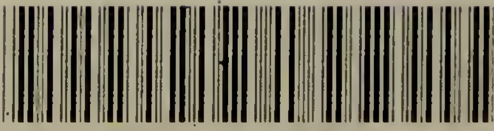
Professeur E. GÉRARD

TECHNIQUE DE STÉRILISATION

A L'USAGE DES PHARMACIENS



TECHNIQUE

DE

STÉRILISATION

A L'USAGE DES PHARMACIENS

TECHNIQUE

DE

STÉRILISATION

A L'USAGE DES PHARMACIENS

PAR

Le Dr E. GÉRARD

PROFESSEUR DE PHARMACIE ET PHARMACOLOGIE
A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LILLE

Avec 57 figures dans le texte

PARIS (VIe)
VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1906

PRÉFACE

Les règles de l'asepsie la plus rigoureuse qui président maintenant à l'exercice de la chirurgie mettent le pharmacien dans l'obligation de délivrer, dans un état de stérilité absolue, les divers objets de pansement et les fils à ligatures qui lui sont demandés. D'autre part, le nombre des préparations stérilisées, employées aussi bien en médecine qu'en chirurgie, augmente chaque jour. Aussi avons-nous pensé qu'il était utile de rassembler, dans un traité aussi précis que possible, les procédés de stérilisation les plus simples et en même temps les plus sûrs au point de vue du résultat à obtenir.

Nous avons essayé de montrer, dans ce modeste ouvrage, que le pharmacien en posses-

sion d'un autoclave, devenu un appareil indispensable dans une officine, peut répondre à tous les besoins de sa pratique professionnelle pour tout ce qui regarde la stérilisation.

Nous avons décrit avec un développement pouvant paraître excessif les méthodes d'aseptisation qui ont notre préférence, afin que le praticien ne puisse pas être arrêté par quelques détails techniques qui auraient pu être supprimés dans un exposé plus succinct.

Il est une question qui a surtout été l'objet de notre préoccupation, c'est celle de la préparation des laits stérilisés destinés particulièrement à l'allaitement artificiel des nouveau-nés. La stérilisation des laits, répartie en petits flacons pour une ou deux tétées, comme le réclame la puériculture, est une opération délicate qui, à notre avis, devrait être souvent faite par le pharmacien qui possède toutes les connaissances techniques pour préparer, dans les meilleures conditions possibles, non seulement les laits ordinaires stérilisés, mais aussi les laits coupés d'eau lactosée ou les laits maternisés.

Ce traité, comme le titre l'indique, a été

spécialement écrit pour les pharmaciens dans le but de leur faciliter cette partie nouvelle de la pratique professionnelle comprenant l'obtention des préparations stériles. Nous espérons qu'il sera bien accueilli par nos confrères et qu'il sera pour eux un guide utile dans l'exercice de leur profession.

E. GÉRARD.

TECHNIQUE
DE
STÉRILISATION

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ANTISEPSIE ET L'ASEPSIE

A la suite des mémorables travaux de Pasteur et de son école sur l'importance des germes pathogènes dans l'étiologie des maladies infectieuses, la thérapeutique chirurgicale mit à profit l'action microbicide de certains produits chimiques pour détruire les microorganismes, cause jusque-là si fréquente des complications des plaies. C'est ce qui constitue l'antisepsie ; mais l'usage des antiseptiques mis directement en contact avec la plaie, présente de sérieux inconvénients se manifestant surtout par des accidents d'intoxication d'autant plus fréquents et plus graves que, pour arriver à un résultat au point de vue microbicide, on est généralement obligé de faire usage de solutions antiseptiques assez concentrées.

La littérature médicale renferme des observations nombreuses de phénomènes toxiques survenant après l'emploi de pansements au sublimé, à l'iodoforme, au phénol, etc. Ajoutons à cela que les composés chimiques ainsi employés sont nocifs pour les cellules de l'organisme dont ils diminuent la force de résistance au point que certains auteurs, comme MM. Pierre Delbet, de Grandmaison et Bresset prétendent qu'ils favorisent plutôt l'infection au lieu de l'enrayer. Au reste, la stérilisation par les composés chimiques (antisepsie) est loin d'être réelle, les divers antiseptiques préconisés n'amènent pas la destruction complète des microorganismes et, de plus, ils semblent complètement inefficaces vis-à-vis des spores bactériennes.

Les bactéries sont, en effet, constituées par une enveloppe plus ou moins épaisse, de nature protéique, entourant un protoplasma également riche en matières albuminoïdes ; or, l'action stérilisante des produits antiseptiques réside dans un processus d'insolubilisation ayant le plus souvent pour résultat la formation d'une combinaison insoluble du produit chimique avec la matière albuminoïde et s'exerçant seulement à la périphérie. En un mot, la membrane bactérienne est coagulée et le contenu n'est pas atteint par l'agent antiseptique. Si, alors, pour une cause quelconque, et presque toujours à la suite de modifications chimiques du milieu où se trouve la bactérie, celle-ci vient à se débarrasser de sa combinaison insoluble, elle reprend sa vitalité, libère

ses spores, qui sont généralement dans les meilleures conditions physiques pour se développer, et l'infection s'installe à nouveau.

D'autres considérations importantes font de l'antisepsie un procédé douteux de stérilisation. C'est ainsi que les agents chimiques, en contact avec les liquides de la plaie, forment avec ces derniers des composés insolubles inefficaces au point de vue microbicide; d'autre part, M. Kossiakoff a montré que certaines bactéries pouvaient vivre, à la suite d'une accoutumance progressive, dans des milieux contenant des antiseptiques. On a même édifié, en se basant sur cette observation, une méthode de recherche du *Bacterium coli* et du bacille typhique, lesquels continuent à végéter dans des bouillons phéniqués. En outre, certains antiseptiques ne possèdent une action microbicide que vis-à-vis de certaines bactéries et restent inefficaces pour d'autres.

En raison donc de l'insécurité de l'aseptisation par les agents chimiques, dans la pratique chirurgicale, et de la possibilité des intoxications à la suite de l'emploi des antiseptiques, la chirurgie s'est tournée vers l'*asepsie*, dont le principe est de ne mettre au contact de la plaie que des objets absolument privés de tout germe et rendus stériles par des moyens physiques.

Certes l'antisepsie, il faut le reconnaître, a rendu de grands services à la chirurgie moderne et l'a aidée dans sa marche ascendante vers le progrès; elle ne pourra pas toujours être remplacée complè-

tement par la pratique de l'asepsie, car, dans certains cas où l'infection est établie, on sera souvent obligé de combiner les deux méthodes, et nous verrons que l'antisepsie trouve encore journellement son emploi pour maintenir l'asepsie des pansements, des instruments, etc.

CHAPITRE II

MÉTHODES DE STÉRILISATION

L'aseptisation, c'est-à-dire la stérilisation par les moyens physiques, s'appliquant soit aux objets de pansement, soit aux préparations pharmaceutiques, peut être obtenue par la chaleur ou par la filtration.

ASEPTISATION PAR LA CHALEUR

Pour réaliser une stérilisation absolue au moyen de la chaleur, il faut tout d'abord considérer les conditions à remplir pour détruire à la fois les bactéries et leurs spores. Or, suivant que l'on emploie la chaleur sèche, la chaleur humide produite par l'eau bouillante, par la vapeur d'eau surchauffée ou par la vapeur d'eau sous pression, les objets à stériliser devront être soumis à une température différente ou à un temps de chauffe variable pour chacune des méthodes mises en œuvre.

La température minima de destruction varie non seulement avec la nature des microorganismes à

détruire, mais aussi suivant la modalité de la chaleur employée.

En thèse générale, la chaleur humide est toujours plus efficace que la chaleur sèche. Il faut, avant tout, bien se pénétrer de ce fait que si la majorité des bactéries pathogènes est tuée par un chauffage d'une heure dans l'air sec, ou par une température de 70 à 75° dans l'air humide, d'autres microbes, au contraire, et, en particulier, ceux qui sont sporulés, comme le bacille du charbon et le bacille du tétanos, exigent, pour leur destruction, une température dans l'air sec, de 150-160° maintenue pendant trois heures, ou celle de 180° continuée pendant trois quarts d'heure, soit encore un chauffage à 115-120° dans la vapeur d'eau sous pression.

Pour obtenir une asepsie absolue, il sera donc nécessaire de dépasser la température minima de destruction des bactéries les plus résistantes.

Dans la description des divers procédés d'aseptisation par la chaleur, nous aurons soin d'indiquer et la température à atteindre et le temps de chauffe indispensable à une stérilisation absolue.

L'aseptisation par la chaleur peut être obtenue :

1° Par la chaleur sèche ;

2° Par la chaleur humide ;

3° Par le chauffage discontinu.

A. **Aseptisation par la chaleur sèche.** — La stérilisation par la chaleur sèche s'effectue au moyen des

étuves à air chaud dont la plus simple consiste en une caisse carrée ou rectangulaire en cuivre brasé et divisée en deux ou trois compartiments par des tablettes intérieures. La partie supérieure de cette caisse est percée de deux ouvertures dont l'une sert à fixer un thermomètre par l'intermédiaire d'un bouchon percé ; l'autre ouverture est incomplètement obstruée par un bouchon muni d'un tube de verre effilé. On met ainsi l'atmosphère intérieure de l'étuve en communication avec l'extérieur. On peut aussi pratiquer, à la paroi antérieure de l'étuve, une petite ouverture qui peut être fermée au besoin, ou qu'on laisse ouverte lorsqu'on veut pratiquer un courant d'air quelquefois utile, soit pour régler la température, soit pour activer la dessiccation des objets placés à l'étuve. Cette étuve, dite à air sec, même munie d'un régulateur, a le grand inconvénient de ne pas donner une température constante, aussi ne l'utilise-t-on, en pharmacie, que pour la dessiccation et la stérilisation des objets de verrerie (flacons, ballons, tubes à essai, ampoules, entonnoirs, agitateurs, etc.), des mortiers, des pilons, spatules, en un mot de tous les objets qui peuvent impunément subir une température élevée.

L'industrie construit maintenant, il est vrai, des étuves à système tubulaire, munies de régulateurs de température, dans lesquelles la répartition de la chaleur est uniforme. A notre avis, le pharmacien peut se dispenser d'avoir ces étuves toujours coûteuses, qui ne répondent pas à tous les besoins de

la pratique, car elles ne peuvent guère servir qu'à l'aseptisation des ustensiles inaltérables que nous venons de mentionner.

Nous verrons plus tard, au contraire, que l'autoclave est un appareil bien autrement indispensable et que ce stérilisateur pourra, pour les besoins courants de la pratique, suppléer toutes les autres étuves. Au reste, le simple four d'un poêle-cuisinière pourra utilement être employé pour aseptiser tout le matériel de verrerie et, pour être certain que la stérilisation a été efficace, comme mon collègue de Lyon, M. Moreau, le recommande, on entourera chaque objet à stériliser d'une couche d'ouate hydrophile qui prend une teinte café au lait dès qu'on atteint la température de 180°. On peut encore s'assurer du degré de température obtenu dans les diverses parties du four en plaçant, dans des verres de montre ou de petites capsules, une petite quantité d'acide tartrique pulvérisé qui fond entre 170-180° en donnant une masse spongieuse.

A propos des étuves à air sec, nous devons dire un mot du *four à flamber* de Pasteur, qui est d'un emploi courant dans les laboratoires de bactériologie pour aseptiser le matériel de verrerie.

Ce four se compose (*fig.* 1) d'un cylindre en tôle formé de trois parois, que l'on chauffe par son fond au moyen d'un brûleur à gaz. La disposition des parois est telle que les produits de la combustion circulent entre elles avant de se rendre à la cheminée. Grâce à ce chauffage par retour de flamme, on ob-

tient une température assez uniforme à l'intérieur du cylindre dans lequel on place un panier en toile



Fig. 1. — Four à flamber de Pasteur.

métallique contenant les ballons, flacons, tubes, pipettes que l'on veut stériliser. Dans cet appareil, on obtient, en quelques minutes, la température de 180°, qu'il est facile de contrôler, grâce au thermo-

mètre fixé, par l'intermédiaire d'un bouchon, au couvercle du four.

Il existe un autre procédé de stérilisation par la chaleur sèche, et qu'on appelle le *flambage;* il n'est guère applicable qu'aux objets métalliques qui peuvent, sans inconvénient, subir l'action directe du feu comme les spatules, capsules de nickel ou d'argent, moules en bronze, ciseaux, etc. Ce procédé consiste à passer les objets à stériliser dans la flamme d'une lampe à alcool ou d'un bec Bunsen. En chirurgie, on opère souvent de la façon suivante pour les instruments : on met les objets dans une cuvette en émail avec une petite quantité d'alcool que l'on enflamme ; c'est ce qu'on appelle la stérilisation au punch.

Cette pratique n'assure pas d'une manière absolue l'asepsie du matériel. MM. Claudot et Niclot estiment que ce procédé est infidèle ; MM. Bérard et A. Lumière ajoutent même qú'ils le trouvent illusoire.

Nous recommandons donc aux pharmaciens de n'avoir recours à la pratique du flambage que dans des cas tout à fait exceptionnels.

B. **Aseptisation par la chaleur humide.** — Pour la stérilisation par la chaleur humide, on emploie l'eau bouillante, la vapeur d'eau à la pression ordinaire, c'est-à-dire à 100°, la vapeur d'eau surchauffée et enfin la vapeur d'eau saturée et sous pression.

Si la stérilisation à la chaleur humide est plus efficace pour détruire les bactéries et leurs spores, c'est que la vapeur d'eau présente cet avantage, qu'elle doit à ses propriétés physiques, de passer par osmose à travers la membrane d'enveloppe des spores pour aller coaguler le protoplasma intérieur et, par là, amener une stérilité absolue des organes générateurs des bactéries.

La *stérilisation par l'eau bouillante* est utilisée pour les appareils de verrerie, de porcelaine et pour les divers instruments : ceux-ci sont plongés dans l'eau et on fait bouillir ; il est nécessaire que l'ébullition soit maintenue pendant au moins une demi-heure et quelquefois plus.

Dans ces conditions, on ne réalise jamais une asepsie absolue. MM. Terrier et Morax ont, en effet, montré que l'eau, déjà passée au filtre Chamberland, devait être encore chauffée pendant une heure à l'ébullition, pour être complètement stérile. On arrive à un meilleur résultat en additionnant l'eau de 2 0/0 de carbonate ou de borate de soude ; la température atteinte est alors de 104-105°, mais il est alors indispensable pour les besoins pharmaceutiques que les objets, stérilisés dans cette solution, soient ensuite lavés à l'eau stérilisée avant leur emploi. Si ce mode de stérilisation ne présente pas encore une sécurité absolue, puisque les spores du bacille du tétanos et du bacille du charbon résistent à cette température, il pourra néanmoins être avantageusement mis en pratique, en pharmacie,

pour les ustensiles qui servent à la préparation de la plupart des médicaments, à l'exception, bien entendu, des objets de pansement, des solutions injectables, etc., qui devront, comme nous le verrons plus tard, être soumis, dans des conditions déterminées, à une aseptisation absolue, au moyen de la vapeur sous pression.

La *vapeur d'eau à la pression ordinaire* ne présente guère d'avantage sur l'ébullition. On a construit, dans l'industrie, des stérilisateurs à vapeur d'eau à 100°, composés d'un bouilleur surmonté d'une ou de deux chambres de vapeur en tôle étamée, recouvertes de feutre et dans lesquelles on place les objets à stériliser. Ces appareils, qui peuvent trouver leur emploi dans les salles d'opération, ne présentent, pour le pharmacien, aucun intérêt et ne peuvent lui rendre de grands services. Du reste, il est toujours facile, comme nous le verrons plus loin, d'opérer des stérilisations dans la vapeur d'eau à 100° avec l'autoclave qui devient l'instrument indispensable.

La *vapeur d'eau surchauffée*, au point de vue de l'efficacité de la stérilisation, n'est pas supérieure à la vapeur d'eau à 100°; elle semblerait même être moins active en raison de ce fait que plus cette vapeur est surchauffée, plus elle s'éloigne de son point de saturation, elle n'agit guère plus, au point de vue microbicide, que l'air chaud et sec. Ajoutons à cela que la pratique de la stérilisation par la vapeur d'eau surchauffée n'est guère applicable en pharmacie.

Enfin, l'usage de la *vapeur d'eau saturée et sous pression* réalise l'idéal pour l'aseptisation. Nous avons déjà indiqué l'avantage que présentait la vapeur d'eau de pouvoir, par osmose, diffuser facilement à travers la membrane des spores pour insolubiliser, par coagulation, leur protoplasma intérieur. Ce phénomène osmotique sera encore accru si, à la vapeur ordinaire, on lui substitue la vapeur jouissant d'une certaine pression dont la force de pénétration sera ainsi augmentée. De fait, la vapeur d'eau sous pression, qui est une vapeur saturée, possède une action destructive bien plus active que la vapeur ordinaire non comprimée vis-à-vis des bactéries et de leurs spores.

La vapeur d'eau à la pression de 1 atmosphère, ce qui correspond à une température de 120°, est généralement suffisante pour annihiler les microbes et leurs spores, surtout si on maintient cette pression et cette température pendant un temps variant d'un quart d'heure à une demi-heure.

La stérilisation par la vapeur d'eau sous pression s'effectue dans une véritable marmite de Papin perfectionnée, qui porte le nom d'*autoclave*.

Le type de ces appareils est l'*autoclave de Chamberland*. Il se compose d'un cylindre en cuivre rouge brasé (*fig.* 2), qui peut être fermé à sa partie supérieure par un couvercle en bronze très lourd, fixé, par des écrous, au pourtour du cylindre au moyen d'un joint de caoutchouc. Ce couvercle présente trois ouvertures, dont l'une reçoit une soupape de sûreté, la seconde un robinet qui met l'intérieur

de l'autoclave en contact avec l'atmosphère extérieure, et la troisième un manomètre avec indications

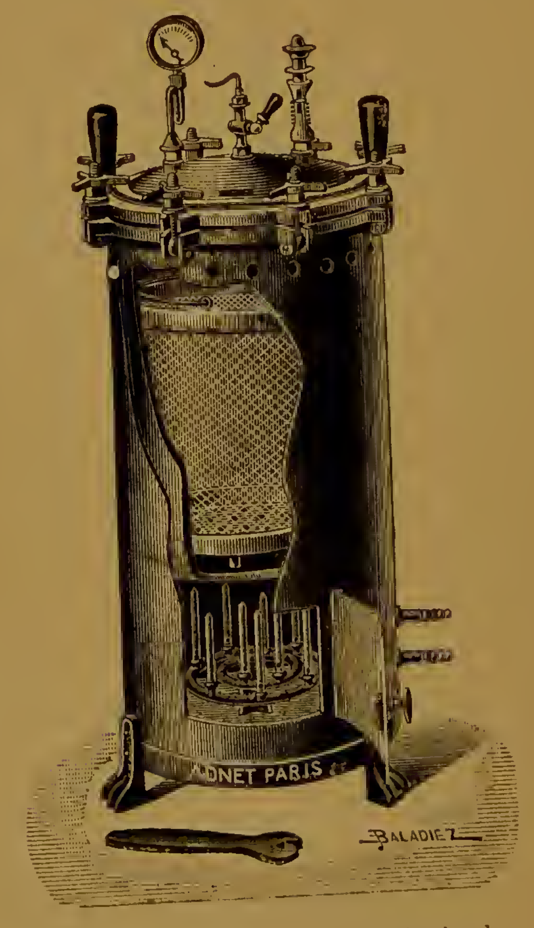


Fig. 2. — Autoclave de Chamberland.

thermométriques. Deux poignées, diamétralement opposées, sont fixées au couvercle pour permettre de le soulever.

Afin de faciliter la manœuvre de ce couvercle toujours très lourd, surtout pour les grands appareils, certains fabricants l'ont fait mettre à charnière, ou y ont adapté un levier spécial, qui permet de le soulever et de le faire tourner sur lui-même.

Cet appareil est supporté par un fourneau en tôle que l'on peut chauffer au moyen d'une rampe à gaz.



Fig. 3. — Panier de l'autoclave.

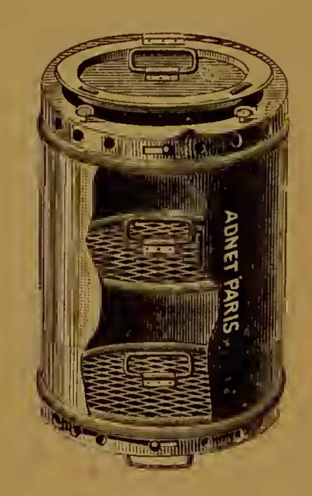


Fig. 4. — Boîte pour stérilisation des pansements.

Dans l'intérieur de l'autoclave, on place, à une certaine distance du fond, un panier en toile métallique ou en cuivre perforé (*fig.* 3), destiné à recevoir les objets à stériliser.

Lorsqu'il s'agit d'aseptiser les pansements, on remplace le panier par des boîtes en cuivre nickelé. Ces boîtes possèdent un couvercle supérieur et un couvercle inférieur (*fig.* 4), dont la fermeture est à

baïonnette. Ces couvercles sont munis de trous tout autour que l'on peut ouvrir ou fermer par un simple mouvement tournant. Pendant la stérilisation, les couvercles sont ouverts, afin de laisser circuler la vapeur dans toutes les parties de la boîte. Dès que l'aseptisation est faite et que l'autoclave est ouvert, on tourne légèrement les couvercles de la boîte, pour fermer immédiatement toutes les ouvertures.

Pour faire manœuvrer l'autoclave, on met, dans le cylindre en cuivre, 2 à 3 litres d'eau, on y introduit soit le panier en laiton, avec les ustensiles à stériliser, soit les boîtes à pansements, et on assujettit le couvercle aux moyens des écrous. On a bien soin d'ouvrir le robinet du couvercle supérieur pour laisser échapper l'air et on chauffe. Dès que la vapeur sort en sifflant et que l'autoclave est bien purgé d'air, on ferme le robinet. Il faut bien savoir que l'équilibre de température entre la vapeur et les objets à stériliser ne s'établit que si l'air est complètement expulsé. A ce moment la température à l'intérieur de l'autoclave est à 100°. On continue à chauffer, la température s'élève et le manomètre marque successivement 1, 2, 3, atmosphères, ce qui correspond à des températures de 120°, 134°, 144°. Il est bien entendu que ces explications ne s'appliquent qu'à la vapeur saturée, c'est-à-dire en contact avec un excès du liquide générateur. Il est bon de régler la température et de faire jouer la soupape de sûreté pour maintenir la pression et, par suite, la température cherchée pendant le temps nécessaire à la

stérilisation. On fera bien, au cours de cette stérilisation, de faire une ou deux détentes de vapeur pour chasser les dernières parties de l'air que peut encore renfermer l'autoclave. On éteint ensuite le gaz, on attend que le manomètre soit revenu à 0°, on ouvre le robinet et l'air rentre en sifflant dans l'appareil. On enlève le couvercle et on retire alors les appareils stérilisés.

On peut, avec l'autoclave de Chamberland, stériliser dans un courant de vapeur d'eau à 100°; il suffit, pendant le temps de chauffe, de laisser ouvert le robinet du couvercle et de continuer l'action de la chaleur, de façon à ce que la pression ne s'élève pas et que la vapeur sorte régulièrement par le robinet.

Dans la fabrication industrielle des pansements, on accouple plusieurs autoclaves entre eux et ceux-ci sont chauffés par la vapeur provenant d'un générateur produisant cette vapeur à une pression suffisante.

Dans la stérilisation par l'autoclave de Chamberland, le grand inconvénient est qu'on obtient des pansements humides et qui, par suite, ne peuvent être conservés. Ces pansements ont dès lors perdu une des qualités les plus importantes au point de vue chirurgical, leur hydrophylisme. On peut, il est vrai, à la sortie de l'autoclave, porter les pansements dans une étuve sèche; mais outre qu'on arrive jamais à faire reprendre aux pansements leur pouvoir absorbant, on risque, pendant cette dessiccation, de les

contaminer. Il devient alors indispensable d'avoir recours à une modification de l'autoclave de Chamberland. Cet appareil modifié et perfectionné constitue le *stérilisateur de Sorel* qui, en plus de l'avantage précieux qu'il possède de réaliser à la fois la stérilisation et la dessiccation complète des pansements, peut répondre, en pharmacie, à tous les besoins de la pratique.

Ce stérilisateur (*fig.* 5) est un autoclave à double paroi, muni de deux régulateurs : l'un donnant la pression dans l'intérieur de l'autoclave et l'autre celle de la vapeur produite dans la double paroi. Cette disposition permet de pouvoir chauffer les pansements avant d'introduire la vapeur et de diminuer sa condensation pendant la stérilisation : on obtient ainsi des pansements moins humides et plus faciles à dessécher. La dessiccation complète des objets peut, du reste, être facilement obtenue, sans ouvrir l'appareil, au moyen d'une trompe fonctionnant par la pression de l'eau qui, en faisant le vide dans le corps intérieur de l'autoclave, amène une dessiccation complète. Nous allons décrire le maniement de ce stérilisateur tel qu'il est donné par le fabricant ; on aura, de cette façon, une idée plus nette et plus précise de ces différentes pièces.

Prenons le cas de la stérilisation de pansements, tels que des gazes et des cotons : on ferme tout d'abord le robinet de vidange R et celui de la trompe E, on ouvre le robinet K et le robinet G placé à droite et en haut, on dévisse le robinet à pointe P par où la

vapeur s'échappe, on met dans la double paroi par

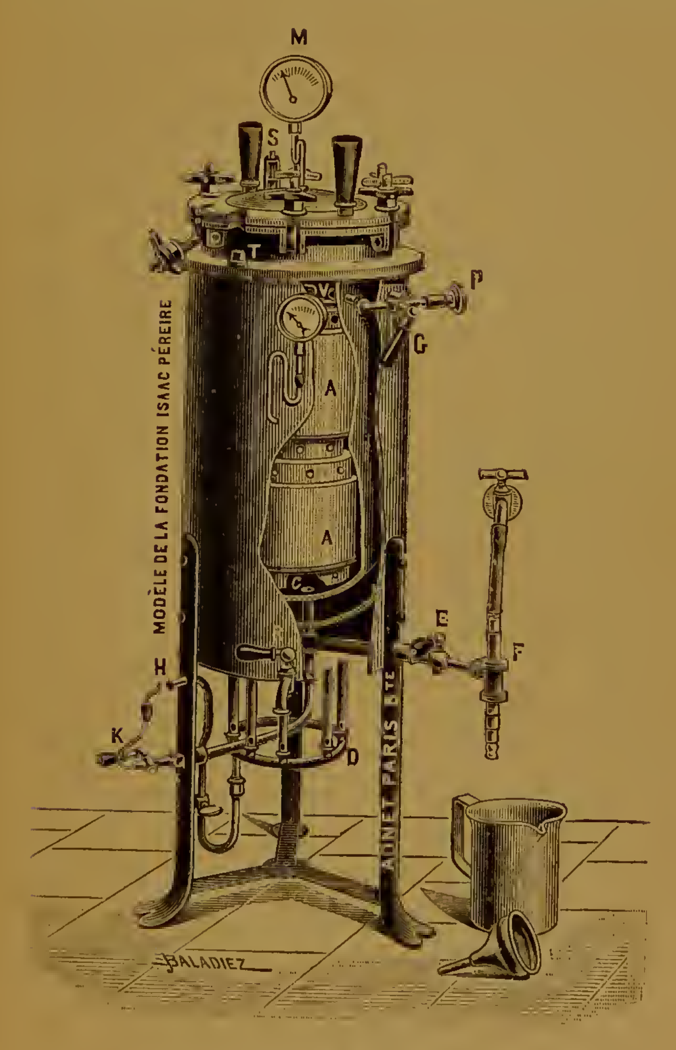


Fig. 5. — Stérilisateur de Sorel.

l'ouverture T, 2 litres d'eau, on bouche cette ouverture et on ferme le robinet G ; le gaz est allumé en

D, et, à ce moment, on met dans l'intérieur de l'autoclave les boîtes contenant les pansements à stériliser en ayant soin que les trous des couvercles soient ouverts. On ferme le stérilisateur au moyen de son couvercle de bronze, on assujettit les écrous et, lorsque la vapeur s'échappe par le trou du robinet à pointe P, on revisse ce dernier, la pression s'établit vers deux atmosphères, ce qui est indiqué par le petit manomètre qui se trouve sur le devant du stérilisateur. La soupape S est réglée de façon à bien obtenir à l'intérieur même de la double paroi la pression indiquée. On maintient cette pression pendant quinze minutes, pour échauffer les pansements. Sans éteindre le gaz, le robinet G est alors ouvert et permet l'entrée de la vapeur par l'orifice V; dès que la vapeur sort en sifflant par le robinet inférieur K, on ferme ce dernier, la pression s'établit au manomètre supérieur M, c'est-à-dire dans l'intérieur même de l'appareil, et la stérilisation s'effectue à la condition de maintenir cette pression pendant dix minutes. Au bout de ce temps, on ferme le robinet d'entrée de vapeur G, on ouvre le robinet E et la vapeur s'échappe au dehors. Le manomètre revient à zéro, on desserre les écrous, on enlève le couvercle de bronze. Les boîtes sont alors sorties, les trous des couvercles sont fermés et la stérilisation est terminée. Grâce au chauffage préalable des pansements avant l'introduction de vapeur, ceux-ci sont suffisamment secs pour être conservés. Ils contiennent encore 1 0/0 d'humidité.

Si on veut avoir une dessiccation absolue, ce qui est préférable quand on veut conserver les pansements pendant un certain temps, on fait le vide dans l'intérieur de l'appareil, et on introduit ensuite de l'air stérile pour rétablir la pression normale après l'aspiration. Ce vide est obtenu au moyen de la trompe à eau F que l'on fait jouer au moment où l'on ferme le robinet G sans éteindre le gaz et lorsque le manomètre est revenu à zéro. Le vide réalisé est indiqué par le manomètre ; ce vide doit être maintenu aussi complet que possible pendant dix à quinze minutes. A ce moment, fermer le robinet E avant d'arrêter la trompe ; si on ne prenait pas cette précaution, l'eau ferait retour dans l'appareil et, en général, il faut bien s'assurer avant de supprimer le courant d'eau que tous les robinets sont bien fermés. Le vide est alors fait à l'intérieur du stérilisateur ; pour pouvoir enlever son couvercle, il est nécessaire de faire une rentrée d'air, qui doit être lui-même stérilisé. Pour cela, on allume le bec de gaz H, on ouvre le robinet K, l'air se stérilise en passant dans le tube de platine porté au rouge et rentre dans l'appareil ; le manomètre revient alors à zéro, on éteint tous les gaz et on retire comme précédemment les boîtes à pansements dont on ferme les couvercles.

M. Radais a imaginé un nouveau modèle d'autoclave qui, en dehors de certains perfectionnements pour rendre le nettoyage plus rapide et pour déterminer le réglage du débit du gaz, permet

d'opérer plus rapidement et plus économiquement.

Tout d'abord, il fait circuler la vapeur dans son appareil de haut en bas pour faciliter l'expulsion de l'air.

Nous avons insisté précédemment sur l'importance qu'il y avait à purger avec soin l'autoclave de l'air qu'il contient. Or cette opération, qui se fait dans beaucoup d'appareils au moyen d'un robinet placé à la partie supérieure du stérilisateur, ne peut se faire dans de bonnes conditions que grâce à un courant rapide de vapeur d'eau, d'où il résulte une augmentation de pression qui peut amener, pour le cas de liquides à stériliser, une ébullition tumultueuse susceptible de projeter les liquides hors du vase. D'autre part, M. Radais a réalisé un dispositif qui permet aussi, comme dans le stérilisateur de Sorel, l'échauffement des objets à aseptiser avant l'entrée de la vapeur. Dans ces conditions, l'air interposé dans la masse spongieuse et mauvaise conductrice des pansements (coton, gaze, linge, etc.), tend à s'échapper plus facilement, et alors la pénétration de la vapeur est devenue plus rapide n'étant pas retardée par les phénomènes de condensation qui se produisent dans les mailles étroites des tissus. Nous repreduisons *in-extenso* la description de ce nouveau modèle d'autoclave telle qu'elle est donnée par l'inventeur :

« La chaudière (*fig.* 6) est montée, avec ses dépendances, sur un bâti mobile K permettant un facile déplacement. Cette chaudière cylindrique, dont la

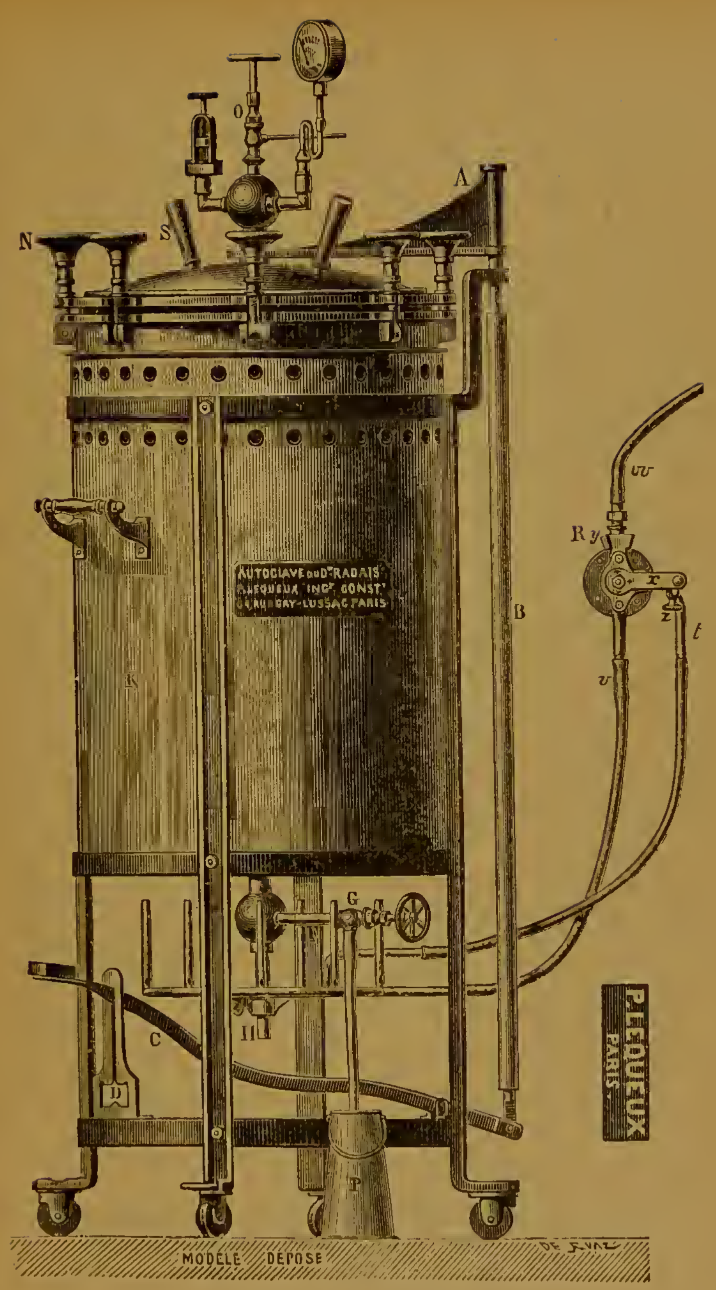


Fig. 6. — Autoclave fermé.

figure 7 montre, en coupe, la disposition intérieure, est fermée à la manière ordinaire par un couvercle S et un jeu de boulons périphériques N. A l'intérieur, un second cylindre à parois pleines J, ouvert à la partie supérieure et fermé par le bas, remplace le panier à claire-voie des anciens autoclaves et constitue la chambre de stérilisation proprement dite. Cette chambre, mobile, suspendue, pour ainsi dire, dans la chaudière productrice de vapeur, réduit la capacité de cette dernière à la cuvette du fond L, qui reçoit l'eau nécessaire au fonctionnement, et à l'espace annulaire étroit qui sépare les deux cylindres. Le fond du cylindre intérieur repose, par son centre perforé, sur l'extrémité d'une pièce spéciale E, percée d'un canal qui communique avec l'extérieur par un tube coudé F que ferme le robinet G. Un brûleur à deux couronnes glisse le long de la tige H et peut être fixé à des hauteurs différentes sous le fond de la chaudière. Une enveloppe de tôle K constitue la chambre de chauffe. »

« La vapeur, produite aux dépens de l'eau qui garnit le fond de la cuvette L, remplit rapidement l'espace annulaire en échauffant le cylindre intérieur et son contenu pour pénétrer, par le haut, dans la chambre à désinfection. Le départ s'effectue par l'orifice inférieur et entraîne tout d'abord l'air que sa densité maintient vers le fond.

« Le tube FG ne sert pas seulement à la purge d'air de l'appareil et à la sortie de la vapeur, il permet, en outre, de vidanger l'eau et de nettoyer la chau-

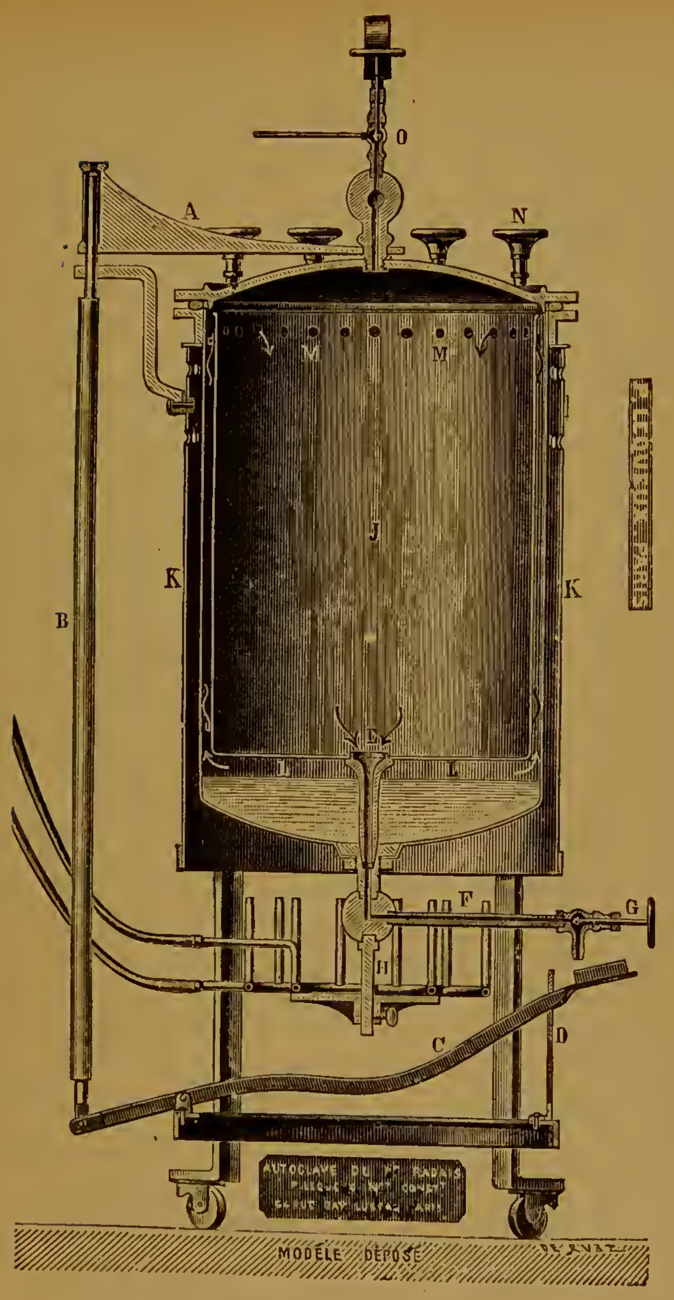


Fig. 7. — Coupe de l'autoclave (le trajet du courant de vapeur est indiqué par des flèches).

dière avec facilité. On peut, en effet, après avoir retiré la chambre à désinfection, enlever la pièce spéciale E, qui n'est autre chose qu'une bonde creuse rodée sur l'orifice du fond de la chaudière qu'elle obture à frottement doux. L'eau peut alors s'écouler complètement au dehors. On évite ainsi la fâcheuse et assez fréquente nécessité de renverser la chaudière lorsqu'un nettoyage est devenu indispensable. »

« L'ouverture et la fermeture de l'autoclave sont des plus rapides. Le couvercle S est supporté, en son centre, par une potence A dont le bras peut pivoter autour de l'axe B. Cet axe est lui-même mobile dans le sens vertical et peut se soulever par le jeu d'une pédale C, que guide une glissière de forme spéciale D. Lorsque, les boulons de fermeture étant renversés (*fig.* 8), le couvercle se trouve libéré de toute adhérence, il suffit d'appuyer sur la pédale pour permettre de dégager l'orifice de la chaudière par la rotation du bras de potence d'un quart de cercle à gauche ou à droite. »

« Indépendamment de sa rotation autour de l'axe B, le couvercle peut tourner librement autour de son axe propre, grâce à un mode particulier de suspension à l'extrémité du bras de potence A. Ce mouvement est indispensable pour qu'on puisse libérer doucement le couvercle des adhérences fortuites qu'occasionne souvent une pression énergique du métal sur le tore de caoutchouc. »

« Le régime des brûleurs, pendant le temps de

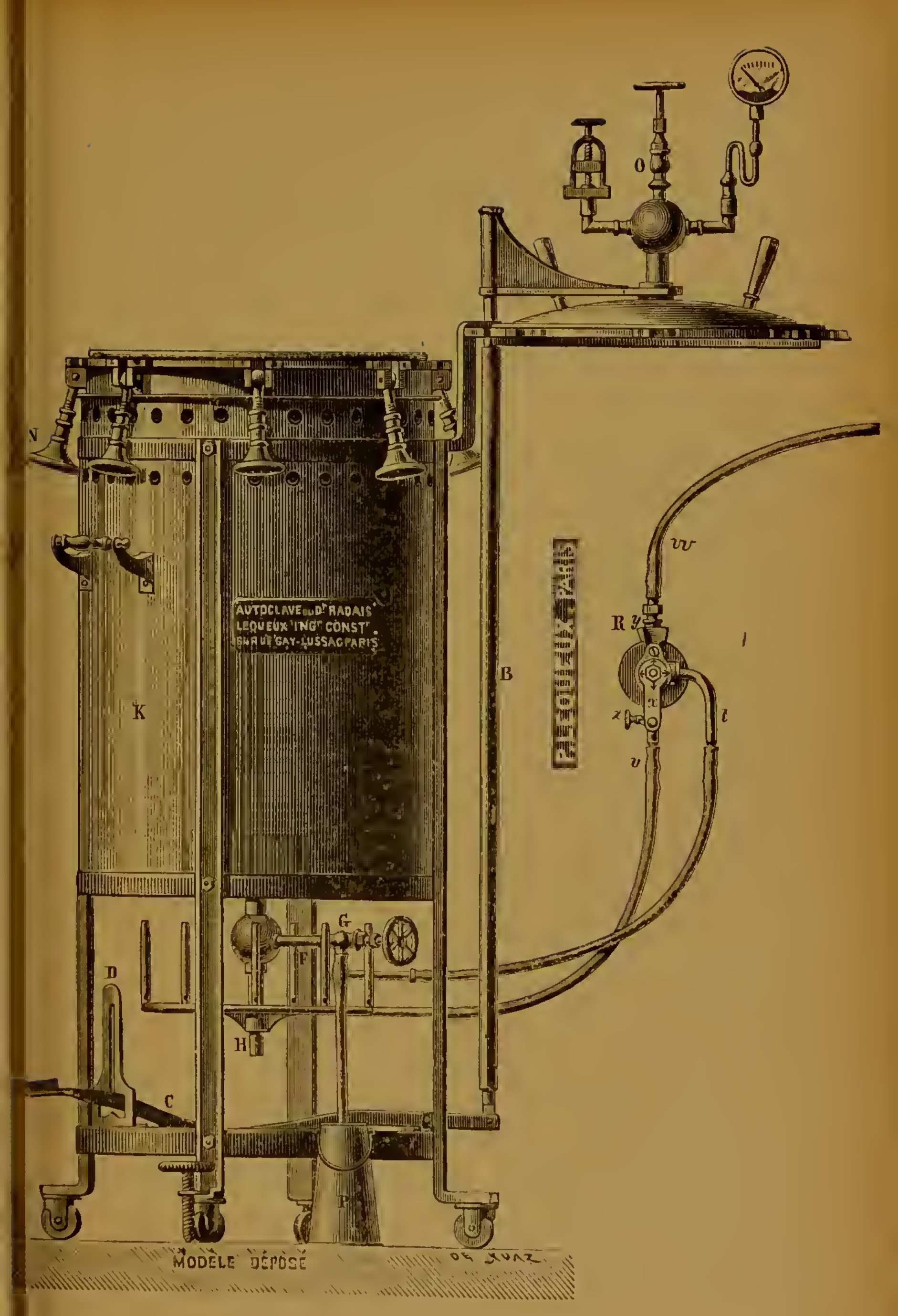


FIG. 8. — Autoclave ouvert.

stérilisation, varie, comme on sait, avec le mode opératoire employé (vapeur stagnante sous pression, vapeur fluente avec ou sans pression). De là, pour chaque cas, un réglage approximatif des robinets qui laisse une incertitude obligeant à une surveillance attentive de l'appareil; un oubli momentané peut en effet compromettre le résultat d'une opération tout entière. On a essayé divers systèmes propres à compenser le défaut d'habileté ou d'attention du personnel chargé de la manœuvre de ces chaudières : tels sont les régulateurs de gaz en fonction de la température ou de la pression à l'intérieur de l'autoclave, les avertisseurs électriques, etc. Ces additions utiles entraînent en général un surcroît notable de dépense. »

M. Radais a obtenu d'excellents résultats par l'emploi d'un simple robinet à trois voies, à réglage précis, pour l'alimentation totale ou partielle des brûleurs. Ce robinet, représenté en détail dans la figure 9, se fixe à volonté sur l'un des montants du bâti. (Dans les figures 6 et 8, on l'a représenté en dehors pour ne pas surcharger le dessin.)

« Le gaz, arrivant de la prise par le tube A (*fig.* 9) est réparti, par une clef à trois voies, dans les branches de sortie C et B qui alimentent la grande et la petite couronne. Cette clef, manœuvrée par une longue manette R, portant à son extrémité une vis à tambour divisé D, peut recevoir un réglage très précis par la butée de la vis contre une saillie fixe T. Cet arrêt correspond à une position des

voies telle que la petite couronne est seule alimentée, la vis permettant en outre de fixer le régime de ses brûleurs pour une température donnée. Le réglage effectué une fois pour toutes par tâtonnement pour les diverses opérations courantes (100°, 105°, 110°, 115°, 120°) peut être représenté par un chiffre du tambour divisé; on remplace de la sorte par une simple mise en coïncidence de deux repères l'incertaine manœuvre des robinets ordinaires des brûleurs. Les trois positions (*fig.* 6, 7 et 9) de la clef correspondent : 1° au débit maximum des deux couronnes (chauffage, purge d'air, mise en pression); 2° au débit réglé de la petite couronne (stérilisation); et 3° à l'extinction (refroidissement de l'appareil). La manœuvre du gaz se fait donc avec rapidité et sûreté. »

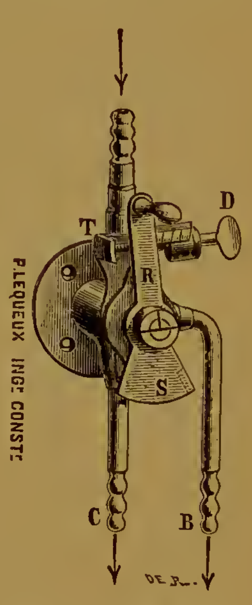


Fig. 9. — Robinet de réglage du gaz.

Enfin, il existe dans l'industrie des stérilisateurs dont les dispositifs, variables avec les inventeurs qui les ont brevetés, permettent la dessiccation rapide des pansements et la fermeture des boîtes, la stérilisation une fois faite, à l'intérieur même de l'autoclave et avant toute rentrée d'air.

MM. Robert et Leseurre ont imaginé un autoclave où ils envoient, à l'aide d'un générateur séparé, de la vapeur à 152° ; l'air, plus lourd que la vapeur, est complètement expulsé par un robinet placé à la partie la plus basse de l'appareil et, innovation plus importante, la dessiccation est obtenue spontanément par la détente en double paroi chaude, c'est-à-dire que, la stérilisation une fois faite, MM. Robert et Leseurre font tomber, par l'expulsion de la vapeur, à 1 atmosphère (100°) la pression à l'intérieur qui était de 5 atmosphères (152°). L'eau qui se condense sur les pansements sous l'influence de cette chute de pression est immédiatement volatilisée par la double enveloppe remplie de vapeur à 152°, c'est-à-dire de vapeur surchauffée, et elle est chassée par la sortie brusque du courant de vapeur : les pansements sont ainsi complètement desséchés. Quant à la fermeture des boîtes, elle est faite, avant l'ouverture de l'autoclave, par une manœuvre ingénieuse s'effectuant du dehors et par suite à l'abri de l'air.

C. **Aseptisation par chauffage discontinu.** — Lorsque certaines substances ne peuvent, en raison de leur composition, être soumises à une température de 160° à 180° par la chaleur sèche, ou à celle de 120° par la chaleur humide, on les stérilise par le chauffage discontinu.

Cette méthode, dite tyndallisation, a été imaginée par Tyndall qui avait observé que des liquides, ensemencés par des bactéries, étaient rendus

stériles par un chauffage d'une minute, à 100°, pendant trois jours consécutifs. Ce savant admettait que, pendant le premier temps de chauffe, les spores, généralement plus résistantes que les bactéries, en tous cas non détruites par une seule ébullition, commençaient à amincir leur enveloppe, à subir une modification de forme et même de propriétés telle qu'un second chauffage réussissait à les détruire.

Enfin. les spores qui avaient tardé à se modifier pendant les premiers temps de chauffe ou à se rajeunir, évoluaient à leur tour pour être détruites par le dernier chauffage.

Duclaux a trouvé cette explication invraisemblable et, d'après lui, la possibilité de rendre stériles les spores, par ce mécanisme, est due à ce fait que la première action de la chaleur à 100° gonfle la spore et en fait exsuder quelque chose, et, par suite du phénomène osmotique habituel, une certaine quantité d'eau y pénètre. Il en résulte au bout de vingt-quatre heures et, après équilibre du contenu protoplasmique avec l'eau introduite, une masse homogène devenue plus coagulable, en raison même de la pénétration de l'eau. Sous l'influence d'un second chauffage, la coagulation commence à s'effectuer, le phénomène osmotique se continue. Enfin, par une dernière action de la chaleur, on arrive à une coagulation totale : la spore est morte.

Actuellement, la tyndallisation est effectuée dans des conditions physiques un peu différentes et qui la rendent applicable aux tissus délicats, aux liquides

albumineux, etc. L'expérience a en effet démontré que, pour réaliser la stérilisation, il suffit d'une température de 60° à 80° s'exerçant chaque jour pendant une heure et renouvelée durant une période de huit à dix jours, suivant la nature des objets à stériliser.

Nous devons ajouter que ce mode d'aseptisation ne donne pas une garantie absolue, lorsqu'il s'agit de détruire des microbes sporulés comme ceux du tétanos ou du charbon.

Dans la pratique pharmaceutique, la tyndallisation pourra rendre des services pour l'aseptisation des éponges ou des autres objets de pansements altérables par une température élevée. Elle est surtout utilisée pour stériliser les liquides albumineux, à la condition de ne pas atteindre la température de coagulation des matières albuminoïdes, c'est-à-dire celle de 70°, et d'opérer des chauffages successifs entre 58 et 60°, en ayant soin de prolonger le temps de chauffage et d'augmenter le nombre de jours pendant lesquels on opérera.

Pour mettre en pratique la tyndallisation, prenons d'abord le cas d'une solution : on la met dans un flacon stérilisé que l'on bouche par un tampon d'ouate ou par un bouchon de liège aseptique, et on chauffe au bain-marie, ou encore dans une étuve de laboratoire dont la température est bien déterminée et ne dépasse pas les limites que nous venons d'indiquer.

Pour les objets à stériliser, il suffit de les mettre dans un bocal contenant une très petite quantité d'eau, de façon que ce soit la chaleur humide qui

agisse. On en obture l'ouverture par une plaque d'ouate que l'on recouvre d'un couvercle ou d'un large cristallisoir en verre, et le tout est soumis à l'action du chauffage discontinu.

Nous aurons du reste l'occasion, à propos de la stérilisation des éponges, de revenir sur la technique de ce procédé de stérilisation par chauffage discontinu.

D. **Aseptisation par filtration.** — Certains liquides et certaines solutions ne peuvent être stérilisés par l'action de la chaleur sèche ou par celle de la chaleur humide, on est alors obligé d'avoir recours à la filtration à travers une paroi poreuse. Si on réalise ainsi la stérilisation, ce n'est pas parce que les pores de la paroi filtrante sont d'un diamètre plus petit que celui des microorganismes à retenir, mais cet arrêt des microbes est dû, d'après Duclaux, à une force d'adhésion particulière qui les maintient collés et adhérents et qu'un courant liquide ne peut enlever.

Cette puissance d'adhésion et de fixation des germes est variable avec la nature de la substance filtrante. A cet égard, le filtre de porcelaine dégourdie de M. Chamberland semble jouir d'une activité particulière.

Ce filtre, appelé bougie, en raison de sa forme, est constitué par un cylindre de porcelaine dégourdie, fermé par un bout et terminé de l'autre par un têton ouvert. La filtration à travers cette bougie est

toujours très lente quand elle s'effectue à la pression ordinaire; il faut en général que le liquide à stériliser soit soumis à une certaine pression, ou qu'il soit sollicité à passer à travers les pores du filtre par une aspiration.



Fig. 10. — Filtre de Kitasato.

Pour la stérilisation de l'eau (Voir p. 49), cette bougie est généralement fixée dans une armature spéciale que l'on soude directement sur la conduite d'eau.

Lorsqu'il s'agit, en pharmacie, de filtrer des solutions, des liquides, on se sert avantageusement du filtre Kitasato.

Il se compose d'une fiole conique en verre très épais (*fig.* 10) portant deux tubulures, l'une supérieure fermée par un bouchon de caoutchouc, traversé par une bougie Chamberland surmontée elle-même d'une ampoule de verre faisant l'office d'entonnoir et rétrécie à sa partie supérieure, l'autre latérale communiquant avec un tube de verre terminé par deux olivettes.

Avant la filtration, l'appareil doit être stérilisé : à cet effet, on bouche les deux ouvertures au moyen

de petits tampons d'ouate et on porte l'appareil soit dans le four à flamber, soit dans l'autoclave. Pour rendre aseptique un liquide quelconque, il suffit de déboucher avec toutes les précautions voulues l'ouverture de l'entonnoir, d'y verser le liquide à stériliser et de relier la tubulure latérale à la trompe à eau. Sous l'influence du vide partiel produit dans l'appareil, la solution passe à travers la bougie Chamberland et vient se réunir dans la fiole.

On peut même répartir ensuite le liquide stérilisé, en prenant toutes les précautions possibles pour éviter toute contamination dans des flacons, ou des ampoules, préalablement stérilisés, que l'on ferme avec du coton aseptique ou que l'on scelle à la lampe.

Au lieu d'avoir recours à l'aspiration pour forcer le liquide à passer à travers la bougie, on peut, au contraire, exercer une pression graduelle sur le liquide à stériliser. On se sert alors de l'appareil suivant :

Le liquide qui doit être filtré est placé dans le récipient A (*fig.* 11), en cuivre, à parois solides et dont le couvercle B se fixe avec de fortes vis de pression C. Ce réservoir porte, à sa partie inférieure, un filtre Chamberland ; un robinet G règle le passage du liquide du réservoir dans l'espace qui entoure la bougie K. La pression s'obtient à l'aide d'une pompe aspirante et foulante de Gay-Lussac P, qui se fixe en E à une tubulure à robinet que porte le couvercle du réservoir. Un manomètre F indique la pression obtenue.

La bougie filtrante, employée dans ces divers appa-

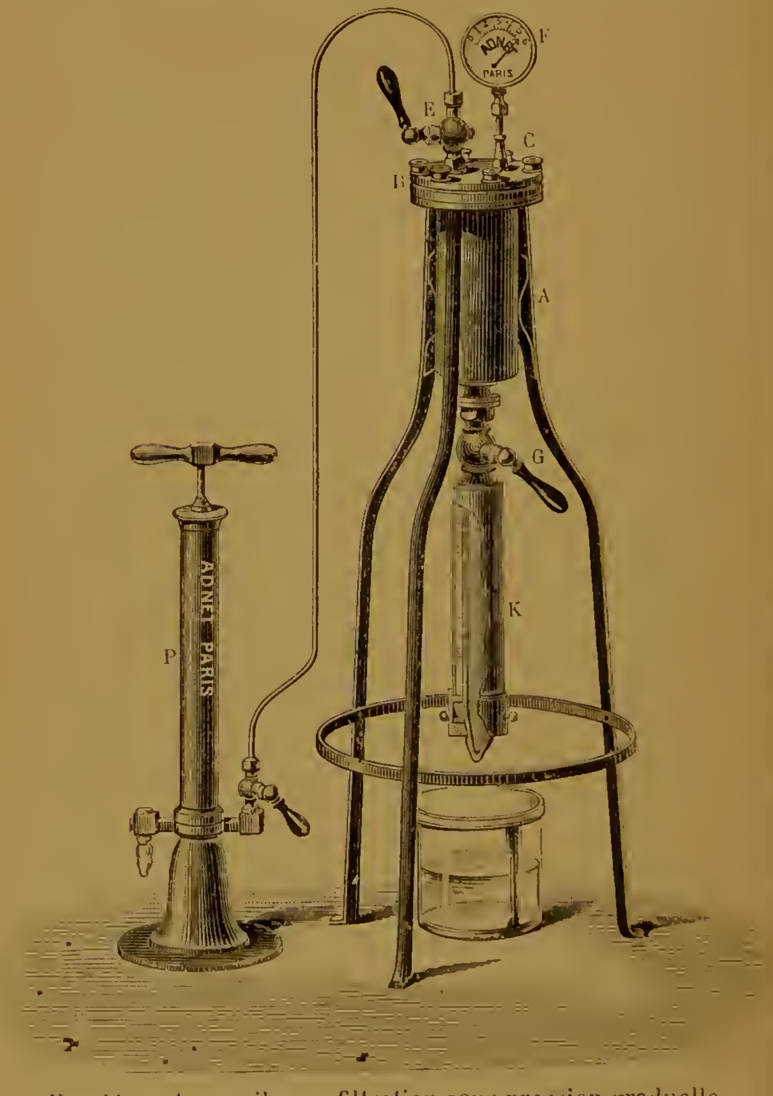


Fig. 11. — Appareil pour filtration sous pression graduelle.

reils, doit, avant chaque opération, être nettoyée et

stérilisée. Il suffit pour cela de la brosser avec une brosse dure, de la laver à grande eau et mieux de la plonger pendant quelque temps dans l'eau chaude pour la débarrasser le plus possible des produits solubles enfermés dans les pores du filtre. On sèche ensuite la bougie à l'étuve entre 37° et 40°, on la porte au rouge dans la flamme d'un bec de Bunsen, ou on la stérilise à l'autoclave.

Pour aseptiser les préparations opothérapiques, on emploie de préférence la filtration à la bougie d'alumine, sous pression d'acide carbonique, dans l'appareil d'Arsonval.

Avant de se servir d'une bougie de Chamberland, il faut s'assurer qu'elle ne présente aucune fente, même microscopique, qui rendrait la stérilisation illusoire. Pour cela, on plonge la bougie dans l'eau et, par le téton ouvert, on insuffle de l'air au moyen d'une poire en caoutchouc ; s'il existe la plus petite fente, on verra l'air s'échapper par bulle.

Le passage d'un liquide à travers la bougie est-il suffisant pour réaliser l'asepsie absolue ? On ne peut l'affirmer, car on ne trouve pas toujours de filtres parfaits, quant à la régularité et à la petitesse des pores de la substance filtrante.

Nous verrons, à propos de la stérilisation de l'eau, que ce procédé d'aseptisation est souvent insuffisant, et nous devons reconnaître néanmoins que son emploi rendra des services en pharmacie pour rendre stériles des liquides altérables par la chaleur.

Les bougies ont besoin d'être nettoyées assez

souvent : on les brosse et, après lavage à l'eau stérile, on les autoclave à 120° pendant une demi-heure ou, au besoin, on les fait séjourner assez longtemps dans un four de fourneau de cuisine.

On peut aussi opérer également la stérilisation à froid des bougies sans les démonter, au moyen d'une solution de permanganate de potasse à 1 0/00, on les passe ensuite dans une solution de bisulfite de soude à 5 0/0. Les bougies de porcelaine n'ont pas besoin d'être souvent remplacées : M. Guinochet a montré que des bougies employées depuis plusieurs années et ayant subi de nombreux nettoyages à la brosse, suivis de stérilisations à l'autoclave avaient conservé la propriété d'arrêter les microbes et se comportaient comme les neuves.

On fabrique également des filtres en porcelaine d'amiante, dits filtres Garros, qui possédent, au point de vue de la filtration, les mêmes propriétés que le filtre Chamberland.

Il est encore un point important sur lequel il est nécessaire d'attirer l'attention des praticiens, à propos des modifications qui sont susceptibles de se produire du fait de la filtration à travers les bougies. C'est que les filtres, en porcelaine ou autre matière poreuse, retiennent certaines substances albuminoïdes solubles, des diastases, des toxalbumines, etc. On évitera donc de filtrer sur bougie les solutions de ferments, les sérums thérapeutiques qui doivent leur activité à des diastases, à des toxalbumines ou à des antitoxines.

CHAPITRE III

ASEPTISATION DES OBJETS DE VERRERIE ET DES INSTRUMENTS EMPLOYÉS EN PHARMACIE

Tous les objets de verrerie doivent, avant leur stérilisation, être lavés avec soin à l'eau de savon ou avec une solution de carbonate de soude, puis rincés à l'eau bouillie.

Les matras, ballons, flacons, éprouvettes, tubes à essais sont bouchés avec un tampon de coton suffisamment tassé et débordant un peu en dehors (*fig.* 12).

Pour les pipettes jaugées, on prend une disposition différente : l'extrémité supérieure du tube de la pipette est obstruée par un petit tampon de coton que l'on enfonce d'un centimètre environ, et la pipette est placée dans un tube à essai que l'on ferme avec un tampon de coton qui entoure à la fois la pipette et la maintient fixée et suspendue dans le tube à essai (*fig.* 13).



Fig. 12. Tube à essai stérilisé.

Les tubes effilés sont seulement fermés, à leur extrémité supérieure et libre, par un tampon de coton et scellés à la lampe à leur extrémité inférieure (*fig.* 14).

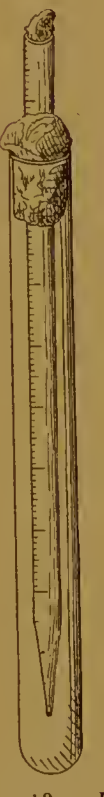


Fig. 13. — Pipette stérilisée.

Tous ces objets sont stérilisés soit à l'étuve à air sec, soit dans le four à flamber, à la température de 160-170°, que l'on maintient pendant une heure, ou encore en les laissant séjourner dans l'autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure. Tout le matériel de verrerie ne doit être retiré de l'autoclave ou de l'étuve qu'après refroidissement complet pour éviter la casse, et on recouvre d'un cornet de papier les goulots des matras, ballons, flacons, etc., et les extrémités libres des pipettes.

Le pharmacien fera bien d'avoir toujours une provision de ces divers objets, de dimensions variables, toujours stérilisés. On les conserve en les entourant d'une feuille de papier que

Fig. 14. Tube effilé stérilisé.

l'on cachette pour éviter qu'on ne puisse les déboucher sans en être averti. Les tubes-pipettes et les tubes effilés doivent encore être flambés à leur surface avant d'être plongés dans un liquide stérile.

Les autres objets de verrerie ou de porcelaine qui servent aux manipulations en pharmacie, comme les capsules, entonnoirs, mortiers, pilons, verres à expériences, etc., seront soumis au flambage à l'alcool. Il faut autant que possible avoir quelques entonnoirs rodés pouvant être fermés par un disque également rodé ; le tout peut alors être stérilisé soit à l'étuve, soit à l'autoclave, en prenant la précaution de fermer la douille de l'entonnoir par un tampon de coton.

Lorsque le pharmacien, pris au dépourvu, n'a pas de flacon stérilisé à sa disposition, M. B. Moreau a préconisé plusieurs moyens d'aseptisation alors rapides qui ne peuvent servir qu'en cas d'urgence. Je ne signalerai que le procédé qui consiste à plonger entièrement le flacon à stériliser, muni de son bouchon, dans de l'eau que l'on porte à l'ébullition et on fait bouillir pendant vingt minutes. Après refroidissement au sein de l'eau, le flacon peut être utilisé. Il est certain que ce procédé ne donne pas une asepsie absolue, mais il peut *exceptionnellement* être mis en pratique pour les flacons neufs.

Pour aseptiser les filtres en papier, on les laisse séjourner pendant une heure et plus dans l'étuve à 120°. Les bouchons de liège doivent être enfermés dans un flacon à large ouverture bouché par de

l'ouate, et on chauffe à l'autoclave à 120° pendant une demi-heure.

Les spatules, pinces, ciseaux et les mortiers en fer, en cuivre ou en bronze sont rendus stériles soit par le flambage à l'alcool, ou mieux par un séjour d'une heure dans l'étuve à air chauffée à 180°, ou dans le four à flamber.

Il est encore un point sur lequel nous voulons attirer l'attention des praticiens, c'est de déposer, avant la manipulation et après l'aseptisation, tous les objets stériles qui doivent être employés, sur une plaque de tôle également stérilisée par flambage ou par le séjour dans une étuve, ou, s'il n'y a pas de contre-indication, de les plonger dans de l'eau stérile.

CHAPITRE IV

STÉRILISATION DES INSTRUMENTS DE CHIRURGIE

Le pharmacien peut quelquefois être appelé à assurer la stérilisation des instruments de chirurgie ; aussi croyons-nous utile de donner sur ce sujet quelques indications pour la technique à suivre, d'autant plus qu'il aura parfois l'occasion de mettre ces principes en pratique pour des instruments, comme les ciseaux et les bistouris, nécessaires pour certaines manipulations.

Le procédé d'aseptisation le plus généralement suivi pour les instruments de chirurgie est de les enfermer dans une boîte métallique après les avoir recouverts d'un matelas de ouate. On chauffe, pendant une demi-heure à une heure, dans une étuve à air sec portée à 200°. On est à peu près certain d'obtenir, à l'intérieur de la boîte, une température d'au moins 180° nécessaire à la stérilisation.

L'industrie fabrique des boîtes métalliques fermées hermétiquement par une plaque d'amiante intérieure et, ensuite, par un couvercle serré au moyen d'écrous, ce qui permet le transport facile des instruments stérilisés sans crainte de contamination.

Pour les instruments tranchants et coupants (bistouris, aiguilles, etc.), qu'il est bon de ne pas mélanger avec les autres objets dans la crainte qu'ils ne s'émoussent, ils sont placés séparément dans des tubes à essai, en verre assez épais, au fond desquels on a mis un peu de coton ; on bouche les tubes avec un tampon d'ouate non hydrophile, et on stérilise par chauffage à 200° dans l'étuve à air sec.

On ne peut songer à utiliser, pour aseptiser les instruments, l'autoclave de Chamberland, car la vapeur d'eau, pendant le refroidissement, se dépose sur eux et tend à les rouiller ; en outre, les manches de nickel perdent leur éclat.

Toutefois M. P. Desfosses a donné un moyen d'utiliser l'autoclave, pour la stérilisation des instruments, sans nuire au tranchant des lames ni au poli du nickel. Cet auteur a mis à profit l'observation, faite par M. Maréchal, que les instruments en fer, en nickel et en acier ne subissaient aucune altération, lorsqu'ils étaient plongés dans une solution de borate de soude ou de benzoate de soude à 2 0/0. Il conseille alors de prendre un récipient, qui pourra être soit un bocal à très large ouverture, soit une capsule ou encore mieux la boîte métallique nickelée à fermeture à baïonnette employée pour la stérilisation des pansements. Dans le fond, on y met une couche d'ouate sur laquelle on dispose les instruments et les tubes contenant les objets tranchants et piquants. La boîte est maintenue ouverte. On ferme l'autoclave et on chauffe à une température de

130° à 134° que l'on maintient pendant une heure. On éteint le gaz et, quand l'aiguille du manomètre est revenue au zéro, on ouvre l'autoclave et on ferme la boîte métallique. On peut ainsi conserver, aussi longtemps qu'il est nécessaire, les instruments sans qu'ils se détériorent. Au sortir de la solution de borate ou de benzoate de soude, ils sont seulement recouverts d'une légère buée qui disparaît par le moindre frottement; le nickel reprend tout son éclat, et le tranchant des bistouris n'est nullement altéré.

M. S. Pozzi emploie ce procédé quelque peu modifié pour la stérilisation de ses instruments. Il opère également l'aseptisation dans l'autoclave, après avoir recouvert les instruments d'une compresse imbibée de la solution de borate ou de benzoate de soude à 2 0/0.

Le flambage à l'alcool ne sera employé que dans des cas tout à fait exceptionnels; nous avons suffisamment indiqué que ce procédé de stérilisation était infidèle et qu'il ne permettait pas de réaliser une aseptie absolue. Il en est de même de l'ébullition même prolongée dans l'eau ordinaire.

Toutefois, l'ébullition dans la solution de borate de soude à 2 0/0 est déjà plus efficace au point de vue microbicide, et on a en plus l'avantage de diminuer les chances d'oxydation du métal. Dans tous les cas, il faut bien se garder, sous prétexte d'atteindre une température plus élevée, de faire la stérilisation dans des bains de chlorure de sodium qui

non seulement émoussent le tranchant des bistouris, mais les oxydent rapidement.

Nous ne décrirons pas certains procédés souvent employés dans le service des hôpitaux pour stériliser les instruments et qui utilisent la température d'ébullition élevée de certains liquides comme la glycérine, l'huile, le xylol.

M. Panas a conseillé, pour les instruments employés en ophtalmologie, de les conserver, après stérilisation, dans une solution d'oxycyanure de mercure à 1 0/0 qui n'altère pas les objets métalliques.

La seringue stérilisable doit facilement se démonter, le piston doit être en amiante, en caoutchouc, ou en moelle de sureau pour qu'il puisse facilement supporter l'action de la chaleur. Celle-ci est d'abord lavée à l'eau de savon, puis avec une solution de carbonate de soude et ensuite à l'eau ; on la met dans un tube à essai en verre résistant et garni au fond d'une couche d'ouate, et on ferme le tube par un tampon de coton.

On stérilise le tout à l'autoclave à 134° pendant vingt minutes à une demi-heure.

Après refroidissement, on recouvre le bouchon d'ouate d'un capuchon de caoutchouc ou d'un tortillon de papier. La seringue ainsi stérile peut être facilement conservée et transportée.

L'aiguille des seringues, surtout pour injections hypodermiques, est ordinairement formée de platine iridié et peut, par suite, être facilement rendue aseptique par un flambage prolongé au contact de

la flamme d'un bec Bunsen ou d'une lampe à alcool en ayant soin de tenir l'aiguille avec une pince. On peut aussi la stériliser à l'autoclave à côté de la seringue dans le tube à essai fermé.

Quant aux aiguilles en acier, elles sont stérilisées comme nous l'avons dit plus haut, à propos des instruments susceptibles de se rouiller, en les plongeant dans une solution de borate de soude à 2 0/0 et en autoclavant.

On se contente souvent de soumettre la seringue à une ébullition prolongée, nous répéterons à nouveau que ce mode d'antisepsie n'est généralement pas suffisant. Nous n'accordons également qu'une confiance très restreinte au procédé qui consiste à soumettre la seringue à un séjour prolongé au contact des vapeurs du formol. Mais, enfin, si on associe la stérilisation au formol à une ébullition faite ensuite, on peut considérer que l'instrument sera pratiquement stérile.

M. Luër a construit une seringue graduée tout en verre, très simple et ne comportant aucune garniture. Elle est formée d'un corps de pompe en cristal dans lequel pénètre, à frottement doux, un piston également en cristal qui fonctionne sans le secours d'aucune substance onctueuse.

Cette seringue peut être facilement stérilisée par l'ébullition dans l'eau dont on remplit la boîte nickelée qui la renferme. Elle supporte aussi très bien le séjour dans l'autoclave, après l'avoir mise dans un tube à essai garni, au fond, d'un tampon d'ouate.

CHAPITRE V

STÉRILISATION DE L'EAU

Stérilisation de l'eau. — L'eau ordinaire renferme toujours des germes, généralement des microbes saprophytes, mais très souvent aussi des microbes pathogènes ; il est donc de toute nécessité, pour les besoins chirurgicaux et pharmaceutiques, de stériliser l'eau employée.

Il faut tout d'abord distinguer la stérilisation de l'eau pour les usages domestiques, qui est une opération hygiénique, de l'aseptisation de ce liquide pour les besoins médicaux qui doit être véritablement une opération bactériologique.

Dans la purification de l'eau pour les besoins domestiques, on a proposé, il y a quelques années, des agents chimiques(iode, brome, peroxyde de calcium, permanganate de potasse, permanganate de chaux, eau oxygénée, fluorure d'argent), qui rendent des services pour obtenir assez rapidement une certaine quantité d'eau potable. On ne peut songer à utiliser ces différents procédés d'*épuration chimique*, qui n'est pas une stérilisation au sens absolu du mot, pour rendre stérile l'eau nécessaire à la chirurgie et

à la pharmacie. Nous ferons toutefois exception pour l'emploi de l'ozone, comme agent microbicide, qui donne toute satisfaction au point de vue de l'asepsie et qui, au point de vue hygiénique est appelé à rendre des services pour obtenir de grandes quantités d'eau potable. L'installation que nécessite cette méthode ne permet pas de la mettre en pratique par les pharmaciens.

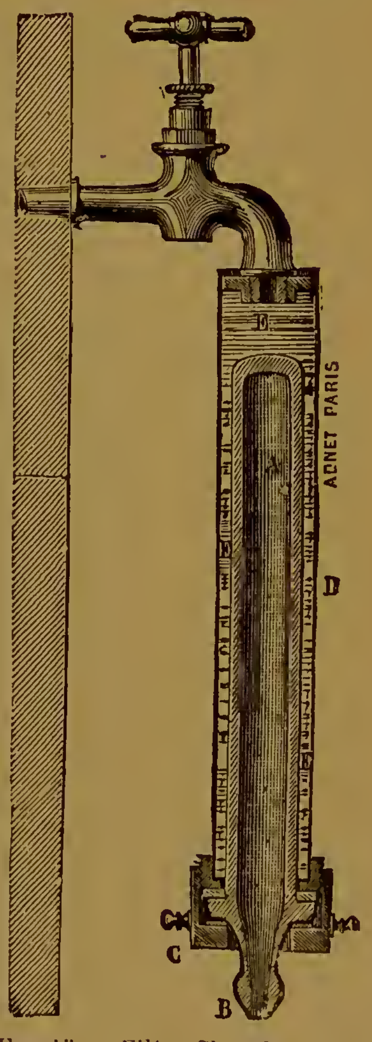


Fig. 15. — Filtre Chamberland.

Comme moyens à mettre en œuvre pour rendre l'eau stérile il reste les procédés physiques : la filtration et la chaleur.

La filtration de l'eau se fait dans la bougie de Chamberland A (*fig.* 15), que l'on place dans un tube métallique D fixé au robinet qui s'adapte directement sur une conduite d'eau. En C, se trouve un écrou et une bague métallique qui, par l'intermédiaire d'une rondelle en caoutchouc, per-

mettent une fermeture hermétique entre le tube métallique et la bougie. Lorsqu'on ouvre le robinet, l'eau remplit l'espace annulaire E et, sous l'influence de la pression, filtre lentement à travers le filtre et sort par le têton B.

Pour nettoyer la bougie, il suffit de dévisser l'écrou C et d'enlever la bougie que l'on brosse, qu'on lave à l'eau et qu'on autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure.

Nous avons déjà dit que la filtration à travers les filtres soit de porcelaine, soit d'amiante ne pouvait donner un liquide absolument stérile. D'après MM. Terrier et Morax, l'eau déjà passée au filtre Chamberland exige encore une ébullition prolongée pour être privée de tout germe.

C'est surtout à l'action de la chaleur qu'il faut avoir recours pour obtenir l'eau stérile. Bien que l'ébullition seule ne soit pas suffisante, on s'en contentera, dans la majorité des cas, pour les besoins médicaux et pharmaceutiques à la condition de la prolonger au moins pendant une demi-heure. M. Miquel a montré que l'ébullition, maintenue pendant quelque temps, purge l'eau des microorganismes dans la proportion de 995 pour 1.000. Ce n'est donc point là une asepsie absolue ; aussi si on tient à avoir une eau bactériologiquement stérile, le seul moyen à employer c'est l'aseptisation par la vapeur sous pression.

Nous n'avons pas l'intention de décrire les différents systèmes de stérilisateur d'eau que fabrique

l'industrie, et qui sont employés dans les salles d'opérations des grands hôpitaux ; mais, nous basant sur l'axiome que nous avons formulé, à savoir que tout pharmacien doit posséder un autoclave, nous donnerons toutes les indications nécessaires pour avoir de l'eau stérile au moyen de cet appareil.

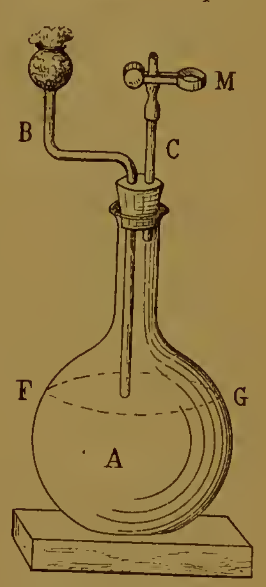


Fig. 16. — Matras de M. Tripier.

Le procédé le plus simple et à la disposition de tous consiste à mettre l'eau à stériliser dans des bouteilles résistantes munies d'une fermeture automatique analogue à celle des canettes à bière, ou encore dans de simples bouteilles en verre épais dont le bouchon de liège est assujetti par un fil de fer, et à chauffer à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes. Lorsqu'en chirurgie on a besoin d'une certaine quantité d'eau stérile, pour un lavage par exemple, on se trouvera très bien du dispositif suivant indiqué par M. Léon Tripier : on prend un matras à fond plat A (*fig.* 16) de 2 litres environ de capacité. Son bouchon est muni de deux tubes en verre très courts dont l'un présente à son extrémité libre un renflement rempli de coton pour la filtration de l'air (ce tube peut être tout simplement un tube à boule coudé B), et dont l'autre C reçoit un tube de caout-

chouc sur lequel on place une pince de Mohr M. On remplit le matras d'eau jusqu'au niveau FG, de façon à ce que les deux tubes ne plongent pas dans le liquide. Ceci fait, on stérilise à l'autoclave à 120°. Quand on veut se servir de l'eau stérile, il suffit d'incliner le récipient et de régler l'éboulement de l'eau en ouvrant plus ou moins la pince. L'air extérieur ne pouvant rentrer dans le ballon que par le tube muni de son filtre de coton, l'eau ne peut être contaminée.

Nous avons légèrement modifié la disposition du matras de M. Tripier; car il arrive souvent que si on ne prend pas certaines précautions et si, par exemple, on incline trop rapidement le vase, l'eau s'écoule à la fois par le tube d'écoulement et par le tube contenant le coton, et l'eau est ainsi exposée à être souillée. C'est déjà cette dernière considération qui nous a décidé à mettre dans l'appareil de M. Tripier, au lieu d'un tube droit très court, le tube coudé B dont l'extrémité pénètre jusqu'au premier tiers du matras M. Dans cette autre modification, le tube à boule B (*fig.* 17), muni de son tampon de coton et légèrement courbé pour pouvoir plus facilement diriger le jet de l'eau s'écoulant par le tube C, est effilé et recourbé à sa partie inférieure O. Lorsqu'on incline doucement le matras M pour faire écouler l'eau, celle-ci n'a pas de tendance à passer par le tube à boule, et on évite ainsi toute contamination du fait du contact du liquide avec le coton souillé des poussières et germes abandonnés par l'air pénétrant dans le flacon.

En pharmacie, on doit toujours avoir une provision d'eau stérile pour les besoins journaliers, aussi conseillons-nous de prendre un flacon A, de 2 à 3 litres de capacité environ (*fig.* 18), muni d'une tubulure inférieure B ; cette dernière est garnie d'un bouchon de

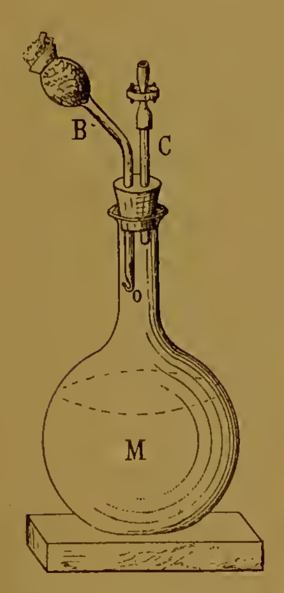


Fig. 17. — Matras pour eau stérilisée.

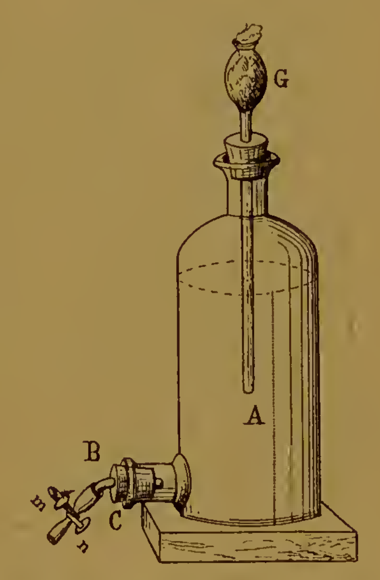


Fig. 18. — Flacon pour conservation de l'eau stérilisée.

caoutchouc C traversé par un tube de verre auquel on assujettit un petit tube de caoutchouc fermé par une pince de Mohr *mn*. La tubulure supérieure porte un bouchon traversé par un tube à boule G garni de coton hydrophile. Cet appareil, rempli d'eau distillée, est placé directement dans l'autoclave et on stérilise le contenant et le contenu à 120° pendant vingt minutes. Après refroidissement, le flacon est retiré, et

on a ainsi de l'eau qui se conserve stérile. On peut alors, sans crainte de contamination, faire écouler par le tube de caoutchouc, garni de sa pince, de l'eau stérile chaque fois que l'on en a besoin.



Fig. 19.
Boite de M. Pauchet.

M. Pauchet a imaginé une boîte transportable (*fig.* 19) dans laquelle on stérilise l'eau à 134° dans l'autoclave. Cette boîte est en cuivre nickelé, et elle est munie, à sa partie supérieure, d'un robinet démontable (*fig.* 20), d'un bouchon à fermeture absolument hermétique et d'une poignée. A la partie inférieure se trouve une ouverture qui peut recevoir soit un robinet ordinaire, soit un robinet à olivette (*fig.* 21), de sorte que la boîte soutenue par la poignée peut, au besoin, servir de bock à injection. Ce récipient est rempli d'eau, on ouvre le robinet supérieur et ceci fait, on le met à l'autoclave et on chauffe à 134° pendant dix minutes. Après refroidissement, la boîte est

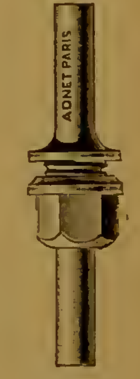


Fig. 20.

enlevée, on ferme le robinet supérieur et, quand on veut se servir de l'eau, il suffit d'obturer le robinet

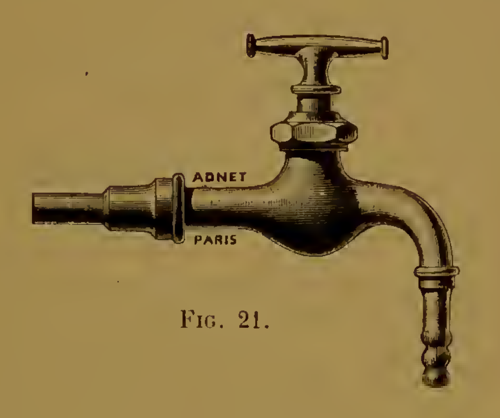


Fig. 21.

supérieur d'un tampon d'ouate pour filtrer l'air rentrant, et d'ouvrir le robinet inférieur.

CHAPITRE VI

STÉRILISATION DES HUILES

Toutes les huiles destinées soit aux injections hypodermiques, soit aux collyres (collyres huileux) doivent être aseptiques. On emploie pour ces divers usages l'huile d'olives, l'huile d'arachides ou l'huile d'amandes douces. Tout d'abord, on commence par les débarrasser des petites quantités d'acide oléique libre qu'elles contiennent toujours en les agitant avec leur volume d'alcool à 95°, on laisse en contact pendant deux à trois jours, en ayant soin d'agiter de temps en temps. On décante l'huile à l'aide d'une ampoule ou d'un entonnoir à robinet, on la chauffe au bain-marie jusqu'à disparition des dernières traces d'alcool, on la met ensuite dans les matras à fond plat que l'on bouche d'un tampon de coton, et on porte pendant un quart d'heure à l'autoclave à 130°.

On peut aussi, après évaporation de l'alcool, répartir l'huile dans des flacons que l'on bouche hermétiquement au moyen d'un fil de fer et on autoclave.

CHAPITRE VII

STÉRILISATION DE LA VASELINE, DE L'HUILE DE VASELINE ET DE LA LANOLINE

Avant de stériliser la vaseline, il faut s'assurer qu'elle n'est pas acide ; pour cela, on en fait fondre à une douce chaleur une petite quantité que l'on agite avec son volume d'eau chaude ; celle-ci ne doit présenter aucune réaction acide.

Pour procéder à son aseptisation, la vaseline est chauffée soit dans une capsule, soit, ce qui est préférable, dans un vase d'Erlenmeyer et on chauffe à 130° pendant vingt minutes ; on laisse refroidir à 60-70° et on coule dans des flacons bas à très large ouverture, bouchés à l'émeri et préalablement stérilisés.

On peut aussi, et ce moyen donne de très bons résultats, mettre directement la vaseline fondue dans le flacon que l'on ferme hermétiquement en assujettissant le bouchon avec une feuille de parchemin très résistant, et on autoclave le tout à 130-134° pendant vingt minutes. Le flacon n'est retiré de l'autoclave qu'après refroidissement complet.

Le médecin a très souvent besoin, pour les exa-

mens cliniques et, en particulier, en gynécologie, d'une vaseline qui reste stérile même après que le flacon a été ouvert et qu'on en a déjà prélevé une certaine quantité. M. Hélouin a donné, à cet égard, un procédé très pratique et en même temps très simple de délivrer une vaseline absolument aseptique et capable de rester telle : on prend un flacon bas à très large ouverture, préalablement stérilisé, susceptible d'admettre facilement deux doigts, on le remplit aux deux tiers de vaseline tout d'abord aseptisée par un chauffage direct et, après refroidissement, on la recouvre d'une solution antiseptique telle, par exemple, qu'une solution de sublimé colorée artificiellement. On peut employer, pour cette coloration, soit une solution de violet de méthlyle à 1/200 ou de rouge d'indigo à 1 0/0. Pour les explorations cliniques, cette vaseline reste toujours aseptique, puisqu'elle ne peut être extraite que par des doigts stérilisés par leur passage à travers la solution antiseptique.

La maison Leune vient de faire fabriquer un récipient en verre destiné à stériliser et à conserver la vaseline qui sert, dans les hôpitaux, aux examens cliniques. Ce récipient est formé d'un bocal en verre très épais, à très large ouverture, et portant près de son entrée un rebord assez large sur lequel repose une rondelle de caoutchouc. Ce vase est fermé par un couvercle également en verre venant reposer sur le joint de caoutchouc, celui-ci est fixé par une bride en fer-blanc ou en laiton passant par dessus le cou-

vercle et prenant un point d'appui au-dessus du rebord où on le fait glisser.

La *vaseline liquide* ou *huile de vaseline*, utilisée en pharmacie pour les injections hypodermiques, ne peut guère être stérilisée par un chauffage direct en raison des dangers d'inflammation; il est préférable de mettre le liquide dans un flacon muni d'un bouchon que l'on ficelle et de stériliser à l'autoclave à 130° pendant vingt minutes.

La *lanoline* et tous les autres corps gras concrets peuvent être facilement aseptisés en opérant comme pour la vaseline.

CHAPITRE VIII

STÉRILISATION DES PRÉPARATIONS MÉDICAMENTEUSES : SOLUTIONS AQUEUSES (SOLUTIONS POUR INJECTIONS HYPODERMIQUES, SÉRUMS, ETC.); SOLUTIONS HUILEUSES

I. — SOLUTIONS AQUEUSES

En thèse générale, toutes les *solutions aqueuses* destinées aux pansements, même celles qui sont faites avec des agents antiseptiques (solutions boriquées, phéniquées, de sublimé, de biiodure de mercure, etc.), doivent être préparées avec de l'eau stérilisée. Nous avons antérieurement suffisamment insisté (Voir p. 2) sur l'inefficacité de la plupart des antiseptiques vis-à-vis des spores bactériennes et même des bactéries, pour ne pas revenir sur l'importance qu'il y a à effectuer ces diverses solutions avec de l'eau stérile.

Les *solutions aqueuses* pour *injections hypodermiques*, pour *collyres* doivent également être privées de tout microorganisme.

Il arrive souvent que le principe actif à dissoudre est altérable par la chaleur ; la technique à suivre devra donc être en rapport avec la nature de la substance. On peut déjà simplifier la stérilisation finale de la préparation en se servant, pour effectuer la dissolution, d'eau aseptisée par l'autoclave. Nous pouvons voir encore là un exemple de la nécessité qu'il y a pour le pharmacien d'avoir toujours une provision d'eau stérilisée.

En plus de cette première précaution dans l'opération de la dissolution, il faut encore avoir le soin de se servir d'un mortier, d'un pilon et d'un flacon stérilisés ; on a ainsi beaucoup de chances pour que la préparation soit, pour ainsi dire, déjà privée de la plus grande quantité des microorganismes.

Enfin, pour plus de sûreté, on complète l'aseptisation par une dernière stérilisation dont le mode différera suivant telle ou telle solution. S'il s'agit de solutions non altérables par la chaleur, de solutions de sels minéraux par exemple, on les chauffera à l'autoclave à 120° pendant dix minutes.

En règle générale, nous conseillons, pour les solutions des alcaloïdes et de ses sels, de plonger dans l'eau le flacon bouché contenant la préparation, et de porter à l'ébullition pendant dix minutes, en prenant la précaution que le niveau de l'eau dans le bain-marie soit au moins à la hauteur de celui de la solution dans le flacon. Dans ces conditions, on n'a à redouter aucune altération, surtout si on emploie des verres cédant à l'eau peu d'alcali.

Ce dernier point est important : en effet, MM. Ribaut et Duffour ont démontré qu'en stérilisant les solutions de chlorhydrate de cocaïne une partie de l'alcaloïde est toujours décomposée quel que soit le verre employé ; mais, d'après eux, ce dédoublement peut-être considéré comme négligeable, au point de vue pratique, avec des verres cédant très peu d'alcali ou avec des verres relativement très alcalins lorsque la température reste au voisinage de 100°. L'emploi d'une température élevée devient, par contre, dangereuse avec des verres même moyennement alcalins.

Ces auteurs ont prouvé que le dédoublement de la cocaïne pouvait atteindre jusqu'à 60 0/0 du poids du principe actif, quand on opérait la stérilisation, à l'autoclave à 123°, de la solution de chlorhydrate de cocaïne mise dans des verres cédant à l'eau une proportion élevée d'alcali.

MM. Ribaut et Duffour ont même montré que ce dédoublement donne lieu surtout à de la benzoylecgonine avec une quantité bien moindre d'ecgonine.

Comme conséquence de ces recherches, il sera donc de toute nécessité, au point de vue pratique, de ne se servir que de verres peu alcalins pour les solutions d'alcaloïdes facilement décomposables et, en général, pour tous les sels d'alcaloïdes dont la base pourrait être alors mise en liberté par l'alcali du verre.

Pour s'assurer de la qualité d'un flacon à cet égard, il suffit de le remplir d'eau et de le porter à

l'autoclave, pendant deux heures, à une température de 130° environ et de mesurer ensuite l'alcalinité de l'eau ainsi autoclavée à l'aide d'une solution de soude décinormale et de la phénolphtaléine comme indicateur. Pour avoir un terme de comparaison, on peut se baser sur les chiffres donnés par MM. Ribaut et Duffour, à savoir que, pour un verre peu alcalin, l'alcalinité de 100 centimètres cubes d'eau, au sortir de l'autoclave, est représentée par un demi-centimètre cube de soude déci-normale, alors que, pour un verre très alcalin, elle sera équivalente à 40 centimètres cubes de cette même solution alcaline titrée.

M. Baroni a donné un moyen assez simple pour reconnaître si un verre cède facilement de l'alcali à l'eau bouillante ou surchauffée. Il suffit de préparer des solutions neutres de chlorhydrate de morphine à 1 ou 2 0/0, d'azotate de strychnine à 0gr,5 0/0 et de bichlorure de mercure à 1 0/0, et d'enfermer ces solutions dans les flacons à examiner. Ceux-ci sont ensuite soumis, pendant une demi-heure, à la vapeur d'eau sous pression dans l'autoclave. On n'observe aucune altération si le verre est neutre; au contraire, on perçoit un dépôt cristallin, quelquefois même un changement de teinte si le verre est alcalin.

M. Dian a observé que le verre potassique et le verre d'Iéna supportaient très bien une longue ébullition dans l'autoclave, et conservaient intactes les solutions qu'ils contenaient; il y aura donc avan-

tage à se servir de ces verres, qui cèdent peu d'alcali à l'eau plutôt que les verres ordinaires formés surtout de silicate de sodium et de calcium.

Pour aseptiser les liquides injectables facilement altérables par la chaleur, on pourra avoir recours à la *filtration à la bougie* dans l'appareil de Kitasato préalablement stérilisé. Mais en raison de l'incertitude que présente cette filtration au point de vue de l'asepsie absolue, il sera bon tout d'abord de préparer la solution injectable avec toutes les précautions aseptiques que nous avons déjà indiquées : emploi d'un matériel stérilisé (mortiers, pilons, filtres) et d'eau stérile.

Nous allons passer maintenant rapidement en revue les principales solutions stérilisées faites en pharmacie et donner, pour chacune d'elles, le procédé d'aseptisation qui lui est préférable.

a) **Solutions de chlorhydrate de cocaïne.** — Les opinions contradictoires qui se sont manifestées relativement à l'efficacité anesthésique des solutions de chlorhydrate de cocaïne, par suite de la possibilité de leur altération sous l'influence de la chaleur nécessaire à la stérilisation, s'expliquent par ce fait que certains auteurs ont employé des verres cédant à l'eau peu d'alcali, et d'autres, au contraire, des verres très alcalins. Il en résulte, comme nous l'avons vu précédemment, un dédoublement de la cocaïne d'autant plus grand que l'alcalinité communiquée à l'eau de la solution est plus élevée, de là

les irrégularités constatées dans l'action physiologique de ces liquides.

Le procédé général de préparation que nous avons déjà recommandé, c'est-à-dire d'employer, pour effectuer ces solutions, un matériel déjà aseptique et de l'eau autoclavée, et ensuite de chauffer la solution, pendant un quart d'heure à vingt minutes, dans un bain-marie bouillant, répond aux exigences les plus grandes de l'asepsie chirurgicale.

La décomposition de l'alcaloïde sera minime si on a le soin, comme on vient de le dire, de prendre des flacons dont le verre cède peu d'alcali à la solution.

M. Krymow a reconnu qu'on pouvait obtenir des solutions parfaitement stériles et très actives en dissolvant le chlorhydrate de cocaïne dans l'eau stérilisée, et chauffant ces solutions pendant trois heures à une température de 60°.

b) Les **solutions de chlorhydrate de morphine** ne peuvent être stérilisées à l'autoclave, car tout d'abord le chauffage par la vapeur d'eau sous pression les colore plus ou moins et, ensuite, on risque de transformer une quantité, peu importante il est vrai, de morphine en apomorphine dont l'action physiologique est tout autre que celle de la morphine. Aussi conseillons-nous d'appliquer à la préparation de ces solutions la technique précédemment indiquée pour les solutions de cocaïne : c'est-à-dire dissolution du sel alcaloïdique dans de l'eau stérile avec emploi d'un matériel aseptique. On n'a

plus qu'à parfaire l'aseptisation par chauffage d'un quart d'heure au bain-marie à 100°.

Les solutions ainsi faites ne subissent aucune modification chimique et se conservent parfaitement. Il faut, bien entendu, avoir soin de n'employer que des flacons dont le verre est peu alcalin.

Nous rappellerons que c'est justement le chlorhydrate de morphine qui sert à M. Baroni pour s'assurer de la bonne qualité des verres destinés aux solutions de sels facilement décomposables.

c) Les **solutions d'adrénaline** sont altérables à l'air et à la lumière en s'oxydant facilement. Suivant M. Chevallier, ce processus d'oxydation conduit à la formation d'oxyadrénaline inactive au point de vue physiologique. Cette transformation est généralement plus active en milieu alcalin. Il s'ensuit que, lors de la stérilisation, il faudra bien éviter l'emploi des verres qui communiquent facilement une alcalinité à l'eau et on devra employer exclusivement des verres colorés.

Les solutions de chlorhydrate d'adrénaline sont généralement faites au millième en employant, comme dissolvant, la solution normale de sérum physiologique (eau stérile 1.000 centimètres cubes, chlorure de sodium, 7 grammes), à laquelle on ajoute 5 0/00 de chlorétone (alcool butylique trichloré) considéré comme agent conservateur et antiseptique. Il est bon de ne préparer que de petites quantités de ces solutions à la fois et seulement au moment du besoin. Quelques auteurs prétendent

que le chauffage des solutions d'adrénaline à l'autoclave à 120° n'altère en rien leur activité physiologique.— Nous croyons qu'il est néanmoins préférable de s'en tenir à notre technique habituelle, préconisée pour la plupart des solutions injectables et de faire une solution aussi stérile que possible et de chauffer finalement celle-ci au bain-marie à 100°.

d) C'est aussi à ce procédé que nous accordons la préférence pour aseptiser les solutions de sels d'**atropine**, de **quinine**, de **strychnine**, bien qu'à la rigueur tous ces composés subissent, sans grandes modifications, l'action de la vapeur d'eau à 120° à l'autoclave.

Les solutions de **glycérophosphate de chaux**, d'**ergotine** devront être faites avec de l'eau stérile, et on soumettra la préparation à la stérilisation par la tyndallisation, c'est-à-dire par un chauffage d'une demi-heure à 80-90° pendant trois et quatre jours consécutifs.

e) Pour les **solutions de sels minéraux**, l'aseptisation à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure sera la méthode de choix.

Dans toutes ces préparations, le pharmacien doit s'attacher à réaliser une stérilisation absolue et surtout en ce qui concerne les solutions aqueuses de sels, dites *sérums artificiels*, destinées à être injectées le plus souvent à doses massives, non seulement par la voie hypodermique, mais aussi par la voie intra-veineuse. Or, dans ce dernier cas, la moindre négligence dans l'aseptisation de ces sérums peut

avoir de graves conséquences, qui mettent en jeu la responsabilité du pharmacien.

Nous ne saurions trop répéter que ces solutions salines (sérums artificiels) doivent être autoclavées à 120° pendant une demi-heure. On les conserve dans des flacons ou encore, très souvent, dans des ampoules de grandeur et de forme variables. Le plus souvent ces liquides une fois aseptisés se conservent sans altération, à l'exception toutefois du *sérum de Trunecek* et aussi du *sérum de Chéron* qui contiennent, entre autres sels, des phosphates en dissolution. Il se forme alors fréquemment, lors de la stérilisation, un précipité dû à du phosphate de chaux provenant de la chaux du verre. On trouve maintenant, dans le commerce, des verres non calcaires ; néanmoins, M. Paillard propose de remédier à cet inconvénient en ajoutant, aux solutions salines phosphatées, une petite quantité d'acide citrique (1 milligramme 1/2 à 2 milligrammes par centimètre cube).

Pour la stérilisation de quelques solutions injectables facilement altérables par la chaleur, on a recommandé de les aseptiser par filtration à la bougie. Nous estimons que ce procédé n'est pas toujours réalisable, car on ne trouve pas, dans toutes les pharmacies, une pression d'eau suffisante pour favoriser la filtration à la bougie ; de plus, il présente certains inconvénients sur lesquels nous avons déjà appelé l'attention. Aussi, nous pensons que les

indications précédemment données pour aseptiser les solutions les plus altérables répondent à tous les cas de la pratique pharmaceutique journalière.

f) **Sérum gélatiné.** — Il est un point très important sur lequel nous devons attirer tout particulièrement l'attention du pharmacien, c'est la préparation du SÉRUM GÉLATINÉ. Ce sérum n'est tout simplement qu'une solution de 50 grammes de gélatine dans 1 litre de sérum physiologique artificiel, formé lui-même de 1.000 grammes d'eau et de 7 grammes de chlorure de sodium; il est employé en thérapeutique comme médicament antihémorrhagique général.

Or, on a constaté, à la suite d'injections de ce sérum, plusieurs cas de tétanos attribuables à la gélatine. Cette substance est, en effet, éminemment septique et elle est très souvent souillée par le bacille du tétanos, et aussi par des microbes pyogènes. D'autre part, on sait que les spores du tétanos sont très résistantes; il s'ensuit que, par une aseptisation incomplète, le sérum gélatiné est susceptible d'amener les accidents tétaniques qui ont été signalés.

Cette grave question a été portée à la tribune de l'Académie de Médecine, qui, après un échange d'idées, a nommé une Commission pour fixer exactement le mode de préparation *stérile* de ces solutions chloruro-sodiques injectables. Afin d'assurer l'innocuité de ces solutions et faire disparaître de leur technique toute possibilité d'une infection tétano-

gène, l'Académie de Médecine a précisé de la façon suivante le procédé de préparation :

« Les solutions de sérum gélatiné doivent être faites en dissolvant 1 à 2 0/0 de gélatine dans une solution aqueuse de chlorure de sodium à 7 grammes pour 1.000. Cette solution doit être répartie par fraction ne dépassant pas 150 centimètres cubes chacune, de façon à assurer une stérilisation effective au degré de température voulue. »

« Cette stérilisation sera faite à l'autoclave, dans la vapeur d'eau sous pression à 115° et pendant une durée de trente minutes. »

En même temps, MM. Gley et Richaud formulaient les règles de la préparation et de la stérilisation du sérum gélatiné de la façon suivante :

1° *Préparation.* — On prend :

Gélatine blanche de belle qualité.	50 gr.
Chlorure de sodium pur........	8 —
Eau distillée....................	1.000 —

On fait dissoudre au bain-marie et on introduit la dissolution dans un ballon stérilisé, fermé par un bouchon d'ouate.

2° *Stérilisation.* — On place le ballon à l'autoclave et, en observant les précautions d'usage, on porte la température de l'appareil à 120°. Cette température est maintenue pendant un quart d'heure. Le gaz est éteint, et le ballon est retiré quand l'aiguille du manomètre est revenue depuis un moment à son point

de départ. On filtre la solution et on la répartit, par fraction de 250 grammes, dans une série de ballons stérilisés d'une contenance de 300 centimètres cubes environ. Ces ballons sont portés à l'autoclave et on procède à une nouvelle stérilisation de dix minutes à 120°. Au sortir de l'autoclave, ces ballons sont recouverts d'un capuchon de caoutchouc.

Dans ces conditions, la solution se conserve pour ainsi dire indéfiniment et on peut la préparer d'avance.

La fraction de 250 grammes est, en général, la quantité habituellement employée pour une injection. Toutefois, MM. Gley et Richaud conseillent aux pharmaciens de préparer aussi, pour les divers besoins médicaux, quelques doses de 50 à 60 grammes et des doses de 500 grammes.

A la température de 120° dans la vapeur d'eau sous pression, on est certain que les spores tétaniques sont tuées.

On avait craint que cette température n'enlève aux solutions de gélatine leurs propriétés coagulantes, car on observe parfois, après ce chauffauge, que le produit de la stérilisation est devenu incapable de se solidifier par refroidissement. M. G. Pouchet a établi que ces solutions ainsi chauffées conservent sensiblement les mêmes propriétés coagulantes que la gélatine solidifiée initiale.

g) Les **solutions aqueuses de sels de mercure** (biiodure, benzoate, sublimé, cyanure), destinées aux injections hypodermiques, peuvent être stérilisées,

comme les solutions des autres sels minéraux, par un séjour de quinze à vingt minutes à l'autoclave à 120°.

Nous ferons une exception pour le peptonate de mercure et le cacodylate de mercure, dont les solutions doivent être préparées avec un matériel aseptique et de l'eau stérile, sans stérilisation ultérieure.

II. — SOLUTIONS HUILEUSES

Les solutions huileuses, pour injections hypodermiques, se préparent avec de l'huile d'olives, d'arachides ou d'amandes douces.

Ces huiles doivent être préalablement lavées à l'alcool pour leur enlever toutes traces d'acidité et on les stérilise à 130°, comme nous l'avons indiqué (Voir p. 56).

Dans ce paragraphe des solutions huileuses, nous comprenons également les solutions faites avec l'huile de vaseline facilement stérilisable aussi par la chaleur.

Les *solutions huileuses de biiodure de mercure* injectables peuvent sans inconvénient être chauffées à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes.

Pour les injections de *calomel*, *d'oxyde jaune de mercure*, *de mercure* (*huile grise*), il est préférable d'employer à leur préparation un matériel complètement aseptique (mortiers, pilons, flacons, etc.), et de compléter l'aseptisation du produit final par

un séjour de dix minutes, tout au plus, au bain-marie bouillant ou à l'étuve à 100°.

Il vaut mieux également, pour les *huiles camphrées*, *lécithinées*, opérer de la même façon en prenant toutes les précautions aseptiques et ne chauffer que peu de temps à 100°. Pour toutes ces préparations mises soit en flacons, soit en ampoules, il faut employer des verres jaunes de préférence au verre blanc.

CHAPITRE IX

PRÉPARATION DES AMPOULES

Les solutions stérilisées, journellement employées dans la médication hypodermique, sont généralement mises en flacons blancs ou jaunes, dans lesquels le médecin va puiser, chaque fois qu'il en a besoin, la quantité de liquide nécessaire à l'injection. Il en résulte qu'au bout d'un certain temps et malgré les précautions prises, le flacon étant maintes fois débouché, la solution se trouble et est contaminée.

Aussi l'usage de mettre les liquides à injecter dans des petites ampoules contenant juste la quantité nécessaire pour une injection s'est-il de plus en plus répandu dans ces dernières années. De plus cette forme ampoulaire rend de grands services au médecin, qui a ainsi à sa disposition, et sous un petit volume, le médicament à injecter, et ce qui lui permet aussi d'avoir toujours sur lui une série d'ampoules contenant les solutions injectables les plus urgentes.

On emploie des ampoules de formes différentes (*fig.* 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29) en verre blanc,

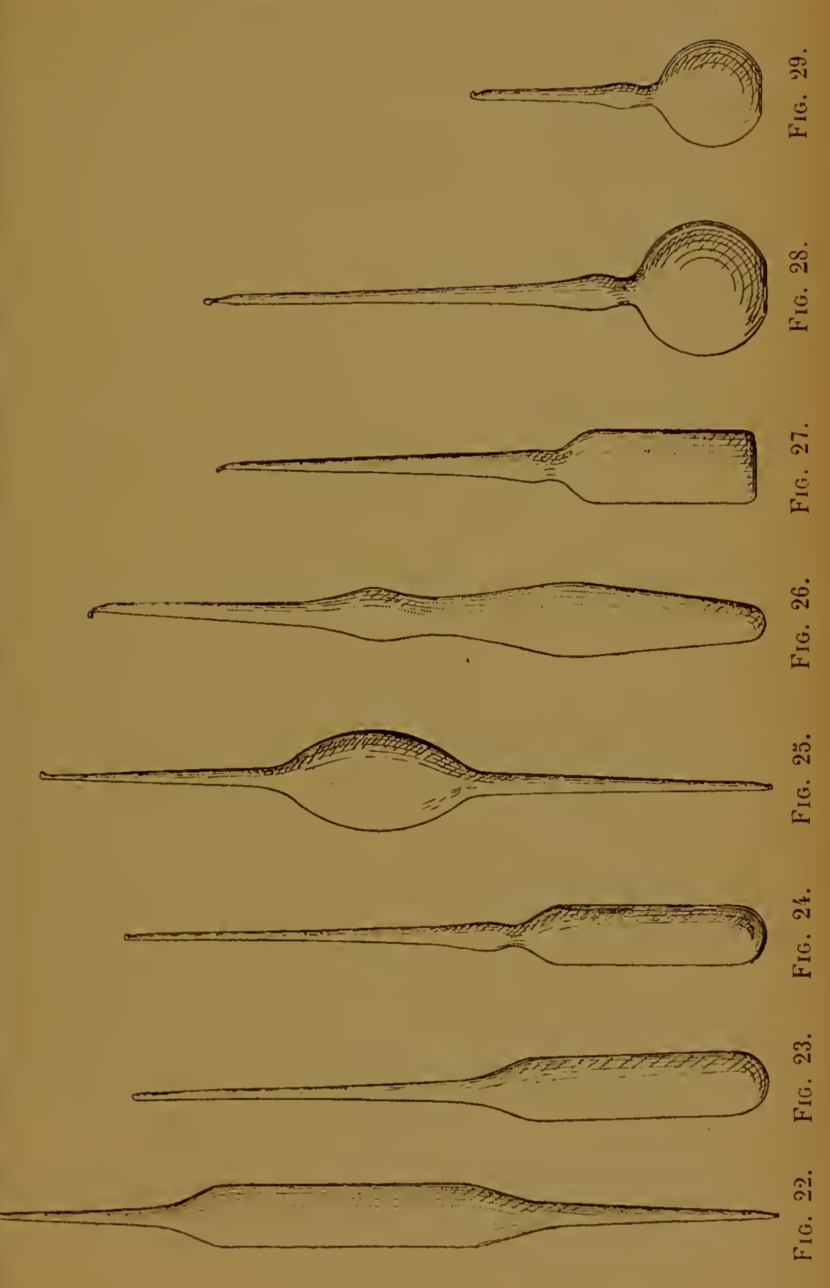


Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29.

ou en verre jaune pour les produits altérables à la lumière, et pouvant contenir 1/2 centimètre cube, 1, 2, 3, 5 ou 10 centimètres cubes. On doit déterminer d'une façon exacte et une fois pour toutes la contenance des ampoules que l'on a adoptées.

Comme il est difficile, quel que soit le procédé employé, de les remplir complètement, ces petits récipients devront avoir une capacité d'environ un quart ou un cinquième en plus que le volume de la solution qui y sera renfermée. Ainsi, les ampoules destinées à recevoir 1 centimètre de solution doivent avoir une capacité de 1 centimètre cube un quart; celles de 2 centimètres cubes, 2^{cc},5, etc.

Les ampoules doivent être fabriquées avec des verres qui ne cèdent à l'eau qu'une trace d'alcali (Voir p. 62), qui ne soient ni calciques (verres ordinaires), ni plombiques (cristal), de façon à ce qu'il ne s'effectue aucune réaction avec les composés dissous dans la liqueur injectable. Il arrive, en effet, quelquefois que certains verres alcalins, calcaires ou plombiques donnent lieu, après stérilisation des liqueurs qu'ils renferment, à la formation d'un précipité ou d'un composé nouveau soluble qui peut être toxique.

En général, le verre d'Iéna, que nous avons déjà recommandé pour les flacons destinés à contenir certaines solutions injectables, convient très bien pour la fabrication des ampoules.

Du reste, nous engageons le pharmacien, avant de se munir d'un stock d'ampoules vides, de pratiquer les essais suivants :

Quelques ampoules sont remplies, les unes d'une solution de chlorhydrate de morphine, les autres d'un sérum artificiel phosphaté, le sérum de Chéron par exemple, enfin un troisième lot, de sérum physiologique ordinaire. Les ampoules fermées sont autoclavées, pendant une heure, à 120°. On s'assure, après le refroidissement complet, que les liquides enfermés dans les ampoules restent limpides. Si les verres étaient alcalins, on observerait dans les premières ampoules un précipité cristallin de morphine ; s'ils étaient calcaires, le sérum de Chéron serait troublé par formation de phosphate de chaux, et enfin, s'ils étaient plombiques, le sérum phosphaté et le sérum physiologique chloruré contiendraient un précipité de sels plombiques. On peut encore compléter ces essais en ouvrant séparément chaque catégorie d'ampoules et déterminant pour les unes l'alcalinité du liquide, tandis que, dans les autres, on essaye de déceler la présence des sels calcaires plombiques.

La préparation des ampoules pour injections comprendra deux opérations :

1° Le remplissage ;

2° La stérilisation.

Les ampoules, dont la contenance a été déterminée en tenant compte des considérations faites à propos de la difficulté de les remplir complètement, sont tout d'abord stérilisées soit dans l'autoclave, soit dans l'étuve à air sec.

Pour procéder à leur remplissage, on peut avoir

recours à des techniques différentes, que nous allons passer en revue :

1° Lorsqu'on fait usage d'ampoules ouvertes à leurs deux extrémités (*fig.* 22 et 25), on plonge l'une des pointes effilées dans le liquide injectable et on aspire par l'autre avec la bouche. On n'a plus qu'à sceller les deux extrémités à la lampe.

Cette technique, la plus rapide et aussi la plus commode lorsqu'il s'agit de remplir ces formes d'ampoules, présente l'inconvénient d'être obligé d'aspirer le liquide avec la bouche ; de là, une contamination de la solution qui n'a qu'une importance secondaire lorsqu'on doit procéder ultérieurement à la stérilisation. Ce procédé ne peut être utilisé quand on veut enfermer dans des ampoules stériles un liquide déjà aseptique. Il est vrai que l'on peut aspirer le liquide par l'intermédiaire d'un petit tube de caoutchouc fixé à l'extrémité de l'ampoule.

2° MM. Berlioz et Duflocq ont imaginé un dispositif ingénieux pour le remplissage des ampoules ouvertes seulement à une extrémité.

Les ampoules qu'ils emploient ont la forme de petites bouteilles dont le col étiré (*fig.* 30, T et *t*), d'une longueur correspondante à celle de l'aiguille de la seringue de Pravaz, se termine par une pointe effilée. Pour les remplir, on se sert d'un récipient (*fig.* 30, A), rond, en métal nickelé, argenté intérieurement pour éviter toute altération des solutions, dans lequel on met le liquide injectable qui doit garnir les ampoules. Par dessus on place un dia-

phragme métallique également argenté et percé de trous (*fig.* 30, B) ; il repose sur des petits taquets et peut s'enlever facilement. Dans chacun de ces trous, on engage la partie effilée de l'ampoule ; l'appareil peut en supporter 110, la pointe tournée en bas et le fond en l'air, les pointes plongeant toutes dans le liquide contenu dans le récipient A. Lorsque toutes les ampoules sont ainsi placées, on recouvre avec un

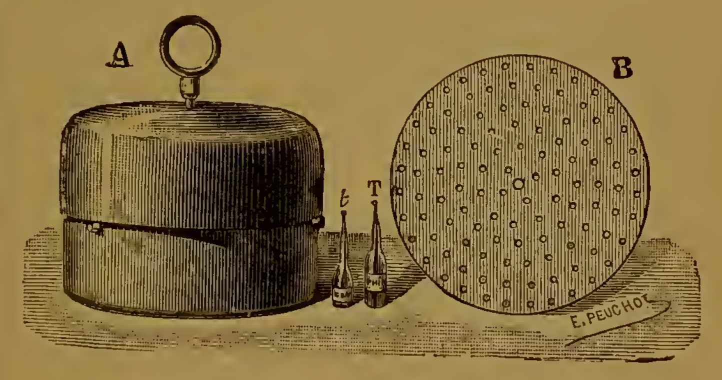


Fig. 30. — Appareil pour remplissage des ampoules de MM. Berlioz et Duflocq.

couvercle assez haut, pour ne pas les toucher. Ce couvercle est percé d'un trou, à sa partie supérieure, pour laisser passer une tige à l'extrémité de laquelle on visse ensuite un anneau.

L'appareil tout entier est porté à l'autoclave, où il est maintenu pendant vingt minutes à 110 ou 120°. MM. Berlioz et Duflocq ont constaté, par une double pesée, que la perte de liquide résultant de cette opération était à peu près nulle et par conséquent ne modifiait en rien le titre des solutions.

Après refroidissement, l'appareil est retiré et placé sous une cloche à vide, dont les parois sont enduites de vaseline au sublimé. Cette cloche est surmontée d'une tubulure munie d'un robinet. On la met en communication avec une trompe ; dès que celle-ci fonctionne, le vide se fait sur la cloche, et, par là même, dans les tubes. Cinq minutes suffisent pour cette opération.

On ferme alors le robinet qui fait communiquer la cloche avec la trompe; puis on laisse rentrer l'air en le filtrant sur un tampon d'ouate stérilisée. La pression atmosphérique agit sur le liquide et le force à remonter dans les tubes. On enlève la cloche et chaque tube pris un à un est scellé à la lampe.

Il faut avoir soin de faire rentrer l'air lentement dans la cloche pour que le remplissage des ampoules se fasse complètement.

3° La méthode de MM. Berlioz et Duflocq donne, dans des mains expérimentées, de bons résultats. On peut aussi opérer d'une façon un peu différente et sans appareil spécial, en utilisant la cloche à vide pour le remplissage et procédant ensuite à une stérilisation des ampoules fermées. Voici comment on opère :

Les ampoules sont mises, la pointe en bas, dans la solution injectable placée elle-même dans un cristallisoir. Ce cristallisoir est enfermé sous la cloche et on fait manœuvrer la trompe. Quand le vide est fait, on arrête l'écoulement de l'eau de la trompe et on fait rentrer l'air très lentement. Les

ampoules se remplissent. On retire la cloche quand la pression à l'intérieur est rétablie, et on enlève les ampoules que l'on scelle à la lampe.

On procède ensuite à leur stérilisation en les autoclavant. Cette méthode ne peut être utilement employée que pour les solutions qui peuvent sans altération subir l'action de la vapeur sous pression à 120°. Elle demande, en outre, une pression d'eau suffisante pour le fonctionnement de la trompe, et elle exige une cloche à vide munie de ses accessoires indispensables et, en particulier, d'un régulateur de pression et d'un appareil empêchant les retours d'eau dans la cloche.

4° Lorsque la solution injectable supporte facilement la stérilisation à l'autoclave, M. G. Cazaux, avec bien d'autres auteurs, préconise un procédé qui permet de remplir les ampoules tout en les stérilisant. Il utilise l'autoclave que tout pharmacien possède maintenant : on met les ampoules, ouvertes d'un bout, dans la solution qu'on veut y introduire, on met le tout dans l'autoclave, on ferme ce dernier et on allume.

Il faut avoir bien soin de laisser le robinet d'échappement ouvert, de façon à ce qu'il s'échappe un jet de vapeur quand l'eau sera en pleine ébullition, ce jet de vapeur entraîne tout l'air contenu dans l'appareil.

On ferme alors le robinet qui maintient la température et la pression que l'on veut obtenir pendant le temps nécessaire à la stérilisation.

On laisse alors refroidir l'appareil sans laisser rentrer d'air.

Quand l'autoclave est complètement froid, le vide est parfait dans l'appareil et dans les ampoules ; il suffit alors d'ouvrir le robinet peu à peu, l'air rentre dans l'autoclave et les ampoules se remplissent.

Il ne reste plus qu'à fermer à la lampe ces ampoules pleines et stérilisées.

A notre avis, cette pratique présente quelques inconvénients : c'est ainsi que la vapeur d'eau, dans les premiers temps de chauffe, se condense sur la paroi interne du couvercle de bronze de l'autoclave et retombe en gouttelettes dans la solution injectable, il en résulte une modification dans la concentration de la solution. En outre, ces gouttelettes d'eau entraînent avec elles des poussières qui viennent troubler le liquide. D'autre part, la rentrée, dans l'autoclave, de l'air non stérilisé ou non filtré, risque de contaminer la solution. Aussi conseillons-nous d'employer le dispositif suivant :

La solution, destinée à être mise en ampoules, est mise dans un flacon à très large ouverture (*fig.* 31), et on y plonge les ampoules ouvertes seulement à une de leurs extrémités ; si on fait usage de tubes étirés, il sera donc nécessaire de fermer tout d'abord à la flamme une des ouvertures. Le vase est recouvert d'un entonnoir renversé de façon à ce que les parois débordent largement du flacon, la douille de cet entonnoir est obstruée par un tampon de coton hydrophile fortement tassé.

On porte tout le dispositif à l'autoclave et on chauffe. Il faut bien prendre la précaution de chasser tout l'air de l'autoclave : c'est une condition indispensable pour que les ampoules se remplissent complètement. Pour cela, on fait une détente prolongée de vapeur. Puis, on ferme le robinet d'échappement de cette vapeur et on stérilise à 120° pendant une demi-heure. On laisse refroidir. Le robinet de rentrée d'air est mis en communication, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un long tube de verre contenant du coton aseptique, et on l'ouvre de façon à ce que l'air rentre lentement. L'air, privé de tout germe, vient rétablir l'équilibre de pression, on déboulonne l'autoclave et, laissant toujours les ampoules plongées dans la solution restante et qui doit être en excès, on retire le flacon recouvert de son entonnoir. Les ampoules sont retirées une à une et scellées immédiatement à la flamme, soit du chalumeau, soit, tout simplement, d'un bec Bunsen.



Fig. 31. — Dispositif pour remplissage des ampoules.

On obtient, de cette façon, des ampoules presque entièrement remplies (aux 4/5es environ) et contenant la solution absolument stérile.

Lorsqu'on a à sa disposition un autoclave de Sorel, qui porte à l'ouverture du robinet un tube de platine pouvant être chauffé au rouge, pendant la rentrée de l'air, on est certain, dans ces conditions, d'avoir une atmosphère stérile, à l'intérieur de l'autoclave, après refroidissement et équilibre de pression. On se dispense alors de mettre le tube garni de coton stérile précédemment décrit.

Il est bien entendu que ce procédé de remplissage ne peut être utilisé que pour les ampoules d'une contenance inférieure à 20 centimètres cubes et pour les solutions qui supportent sans altération l'action de la vapeur sous pression à 120°.

5° Pour les solutions injectables qui supportent bien l'ébullition sans s'altérer, M. G. Rodillon indique un tour de main qui permet de remplir les ampoules à une seule ouverture. Si on veut employer les tubes stérilisés ouverts aux deux extrémités, on en ferme une.

L'ampoule est alors saisie au moyen d'une pince et passée 3 ou 4 fois dans la flamme pour dilater l'air qu'elle renferme, sans cependant élever la température au-dessus de 150° environ, afin d'éviter la rupture de l'ampoule par l'immersion ultérieure dans l'eau. L'extrémité encore ouverte est de suite plongée verticalement dans de l'eau très chaude, afin d'en assurer l'asepsie. On laisse ainsi refroidir quelques minutes les ampoules, une légère quantité d'eau (environ le quart de la capacité totale) y pénètre par suite de la diminution de pression déterminée par

la contraction de l'air due au refroidissement. Durant ce temps, on prépare la solution titrée destinée à être répartie en ampoules, on la porte à l'ébullition tranquille que l'on maintient pendant tout le temps du remplissage.

Afin d'éviter que l'ébullition prolongée ne vienne, par évaporation du dissolvant, modifier le titre de la liqueur active, on devra n'opérer que sur de petites quantités à la fois (25 centimètres cubes par exemple, pour des ampoules de 1 centimètre cube 1/4).

Chaque ampoule est ensuite saisie par son extrémité obturée, si on a pris une ampoule à deux ouvertures, ou par le fond, si c'est une ampoule-flacon, on l'incline dans le sens de l'ouverture afin d'amener le liquide restant à proximité de celle-ci. On remarquera qu'à ce moment une faible quantité d'eau reste encore adhérente à l'extrémité opposée. On chauffe alors dans la flamme l'ampoule par sa région médiane. L'eau entre en ébullition, la vapeur émise chasse le liquide voisin de l'ouverture ; à ce moment, en imprimant une légère secousse à l'ampoule, le reste de l'eau adhérant à l'autre extrémité s'échappe, puis, arrivant au contact de la paroi chaude, se vaporise brusquement en déterminant un jet de vapeur. A cet instant précis, et c'est là que réside la partie délicate de l'opération, l'ampoule est plongée verticalement par son extrémité ouverte dans le liquide actif ; le refroidissement qui s'ensuit détermine une brusque contraction qui provoque le remplissage complet et immédiat de l'ampoule. Il ne reste plus qu'à retirer

l'ampoule et à la fermer à la flamme ; mais, comme l'extrémité effilée encore ouverte est pleine de liquide, il faut placer l'ampoule dans la partie mince de la flamme de façon que celle-ci arrive sur la région encore effilée qui précède immédiatement l'épaulement de l'ampoule : il se produit une projection du liquide en excès accompagnée d'un bruit sec semblable à celui dû à la détonation d'une amorce. Il suffit alors de fermer l'ampoule à la flamme et de la laver extérieurement.

Si ces indications ont été bien observées, on est assuré d'avoir des ampoules absolument stériles.

Ce procédé est supérieur, au point de vue rapidité et asepsie, à celui du remplissage par aspiration.

6° Lorsque l'on désire préparer des ampoules contenant des liquides injectables qui ne peuvent être autoclavés, soit des solutions d'extraits d'organe, de glycérophosphates, etc., M. Eury stérilise les liquides à froid au moyen de la bougie par un dispositif permettant en même temps le remplissage des ampoules.

Cet appareil se compose d'une cloche à vide A (*fig.* 32) reposant sur sa plaque de verre rodé. La douille de cette cloche est fermée par un bouchon de caoutchouc traversé par deux tubes de verre : l'un de ces tubes plonge presque jusqu'au centre de la cloche, et il est relié par un tube de caoutchouc à vide avec une bougie de Chamberland plongeant dans une éprouvette. L'autre tube coudé

à angle droit porte une partie évasée C remplie de coton, et il est en communication, au moyen du robinet R, avec une trompe à eau T.

Les différentes pièces de cet appareil sont stérilisées à l'autoclave et, une fois qu'elles sont assujetties, on met sous la cloche un cristallisoir lui-même aseptique contenant les ampoules stérilisées,

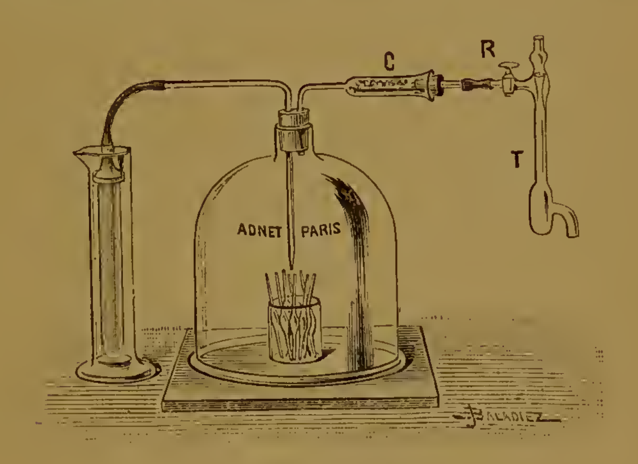


Fig. 32. — Appareil de M. Eury.

la pointe ouverte et tournée vers le bas. L'appareil est prêt à fonctionner. On remplit l'éprouvette avec la solution à filtrer, on fait le vide, le liquide traverse la bougie et vient tomber dans le cristallisoir. Lorsque la quantité filtrée est suffisante pour emplir les ampoules, on ferme le robinet R, on arrête l'écoulement de l'eau dans la trompe T, on ouvre à nouveau le robinet R, afin de faire entrer l'air très lentement, qui se filtre par son passage à travers le tampon d'ouate stérilisée, placé dans la partie évasée

C, les ampoules se remplissent, il ne reste plus qu'à enlever le vase, le remplacer par un autre contenant de nouvelles ampoules et recommencer l'opération, si on le désire.

La quantité de liquide qui reste dans le vase évite que l'air puisse rentrer dans les ampoules, mais il faut les sceller le plus rapidement possible pour empêcher toute contamination ultérieure.

Ce procédé donne de bons résultats dans la pratique, surtout si on a pris le soin, tout d'abord, de préparer la solution injectable avec toutes les précautions aseptiques que nous avons plusieurs fois indiquées, à savoir : emploi d'un matériel aseptique (flacons, filtres, mortiers, etc.) et d'eau stérile. Ces précautions sont d'autant plus indispensables que la filtration à la bougie ne présente pas toujours, comme nous l'avons déjà dit, toutes les garanties d'aseptisation absolue.

Mais, si on applique la filtration à une solution déjà préparée avec tous les soins aseptiques voulus, on est presque certain d'obtenir des préparations ampoulaires privées de tout germe.

7° M. H. Hubac a préconisé également la stérilisation à froid de certains liquides injectables et altérables par la chaleur, et il a aussi utilisé l'emploi de la bougie et du vide pour remplir les ampoules.

La disposition de l'appareil qu'il emploie est un peu différente. Voici en quoi elle consiste :

Une cloche à vide ordinaire est fixée sur une glace ronde de même diamètre. La fermeture exacte est

assurée par une rondelle de caoutchouc et une armature métallique simple qui relie l'ensemble. Le bouchon de la cloche, muni de son robinet, laisse passer un tube à entonnoir contenant la bougie filtrante. A l'intérieur, un cristallisoir reçoit, sur un support approprié, les ampoules ouvertes à leur extrémité inférieure.

L'appareil ainsi disposé, son robinet ouvert, est introduit dans l'autoclave, où l'on stérilise à la fois la bougie et toutes les parties de l'appareil qui seront ultérieurement mises en contact avec la solution.

Après refroidissement, il suffit de verser le liquide dans la bougie et de faire agir la trompe. La filtration se fait en même temps que le vide dans les ampoules, sans soubresauts, grâce à une petite ouverture ménagée dans le tube à entonnoir. Cette ouverture empêche d'ailleurs également le liquide filtré de remonter dans le tube au moment où les ampoules s'emplissent lors de la rentrée de l'air dans la cloche. Un tampon de coton convenablement placé suffit à stériliser l'air introduit à la fin de l'opération.

Les ampoules ne sont retournées qu'au fur et à mesure de leur fermeture, et dans la flamme même du chalumeau, ce qui écarte tout danger de contamination.

Nous ferons, pour ce procédé, les mêmes recommandations que celles que nous avons faites plus haut, à propos de la technique de M. Eury, en ce qui concerne l'obtention d'une solution pour ainsi dire déjà aseptique, et cela afin de remédier aux inconvénients

de la bougie filtrante en tant que méthode d'aseptisation.

M. L. Lutz a imaginé un appareil, appelé *bougie-pipette*, qui permet la filtration de très petites quantités de liquide et leur répartition en proportions parfaitement déterminées.

Cet appareil (*fig.* 33) se compose d'un manchon de verre, dont la partie supérieure porte une bougie de porcelaine solidement fixée à l'aide d'un bouchon de caoutchouc. Sur le côté, un ajutage latéral, qu'on garnit de coton, permet de faire le vide au moyen d'une trompe. La partie inférieure du manchon constitue le récipient où se réunira le produit de la stérilisation. Deux dispositifs ont été adoptés; l'un, réservé pour les petites quantités de liquide (10 centimètres cubes au maximum), présente cette partie inférieure rétrécie (*fig.* 33); l'autre, utilisé pour les quantités supérieures, ne possède aucun rétrécissement (*fig.* 34). Le tout est terminé par une olive percée d'un petit orifice.

Sur l'olive, au moyen d'un caoutchouc à vide solidement fixé et ligaturé, on adapte un tube de verre effilé et scellé à la lampe.

Après stérilisation de l'appareil à l'autoclave, on le fixe sur un support à pince, on introduit le liquide à filtrer dans l'intérieur de la bougie, à l'aide d'une ampoule fixée à son extrémité, on fait le vide à la trompe (*fig.* 33); la filtration est très rapide, et le liquide stérile se réunit dans la partie inférieure. On dispose alors, sur le caoutchouc à vide, une forte

pince de Mohr, on enlève la trompe, on flambe le

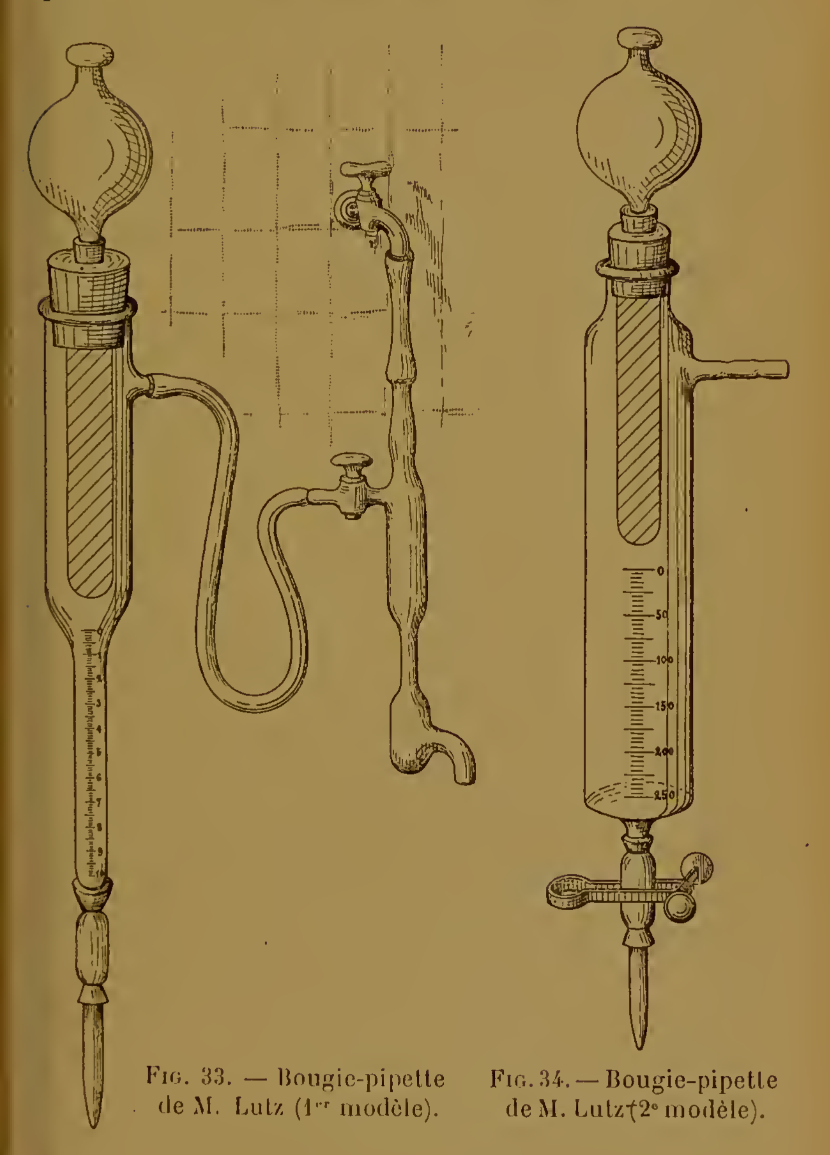


Fig. 33. — Bougie-pipette de M. Lutz (1er modèle).

Fig. 34. — Bougie-pipette de M. Lutz (2e modèle).

tube effilé dont on brise la pointe avec une pince

flambée. Il ne reste plus qu'à ouvrir la pince de Mohr pour assurer l'écoulement du produit stérile. La répartition peut alors se faire en proportions rigoureusement déterminées : la pointe porte, à cet effet, une graduation en dixièmes de centimètres eubes pour le petit modèle, en centimètres cubes pour l'autre; la marehe du ménisque dans la pipette indique ainsi les volumes éeoulés.

Pour éviter toute contamination pendant la répartition, on peut adapter, autour du tube effilé, au moyen d'un bouehon, un manchon de verre large et court, qui protégera entièrement la pointe eontre la chute des poussières.

Cet appareil peut être fixé au-dessus de la eloehe à vide, et le liquide stérile tombant dans un eristallisoir est mis en ampoules par le proeédé ordinaire.

Pour remédier à l'ennui qui peut résulter pour le médecin d'ouvrir une ampoule pour en retirer le liquide à injecter, divers auteurs ont imaginé des ampoules modifiées de telle sorte qu'elles peuvent servir à pratiquer l'injection sans transvasement préalable du liquide. Tels sont les tubes hypodermiques Chevrettin-Lematte, les ampoules pneumatiques de Leclère, les ampoules-seringues de Robert, les ampoules auto-injectables de Triollet, l'auto-injeeteur de Paillard-Ducalte, ete.

Disons enfin, en terminant, que M. Paillard a fait breveter un appareil qui permet de remplir et de doser automatiquement les ampoules de liquides injec-

tables, le fonctionnement de cet appareil est basé sur le principe des vases communiquants.

Industriellement, on remplit les ampoules au moyen d'un appareil en cuivre étamé pouvant être fermé par un couvercle en bronze. On comprime dans cette sorte d'autoclave de l'air filtré à travers du coton : la pression s'exerce sur un vase, renfermé dans l'appareil et contenant le liquide à répartir en ampoules. Sous l'influence de la pression, les ampoules se remplissent, on n'a plus qu'à les fermer.

AMPOULES DE SÉRUMS ARTIFICIELS

Les solutions de sels minéraux, dites *sérums artificiels*, destinées à des injections intra-veineuses, intra-musculaires ou sous-cutanées, ou au lavage des plaies, des cavités, etc., sont le plus souvent employées à doses massives. On peut alors les renfermer dans des flacons bouchés d'un tampon d'ouate, pour les stériliser à l'autoclave en ayant soin, après refroidissement, de recouvrir les bouteilles d'un capuchon de caoutchouc. Mais, pour ces préparations, la forme ampoulaire est préférable : on se sert soit d'un matras ou d'un ballon que l'on étire, après introduction du liquide, et que l'on scelle à la lampe. On procède ensuite à leur aseptisation à l'autoclave dans les conditions habituelles, c'est-à-dire à 120° pendant vingt minutes.

Pour faciliter la pratique de l'injection ou du la-

vage, on se sert souvent, pour renfermer les sérums artificiels, de la pipette-ampoule de M. Miquel (*fig.* 35), qui est formée d'une ampoule dont la capacité, variable suivant les besoins, peut être de 50, 100, 200, 250, 500, 1.000 centimètres cubes.

Cette pipette se termine à la partie supérieure d'une partie courbée et à la partie inférieure d'un tube droit. On met dans le tube coudé un tampon d'ouate; et par aspiration on fait pénétrer dans l'ampoule la solution saline. Quand l'appareil est rempli aux 2/3, on scelle les deux tubes à la flamme, en ayant soin, pour la tubulure supérieure, de sceller au-delà du tampon d'ouate.



Fig. 35. — Pipette-ampoule de M. Miquel.

On stérilise à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes.

Quand on veut faire une injection, ou pratiquer un lavage, on redresse l'ampoule et on coupe la pointe scellée du tube droit auquel on adapte un tube de caoutchouc préalablement stérilisé, et, si cela est nécessaire, muni d'une aiguille flambée. On coupe ensuite la pointe scellée du tube coudé au delà du tampon de coton et on accroche la pipette à la hauteur nécessaire, suivant la vitesse que l'on veut donner à l'écoulement du liquide. L'air pénètre par le tube coudé en filtrant à travers le tampon de coton et facilite cet écoulement.

Les grandes ampoules de sérum peuvent être également facilement remplies au moyen de la pompe. Pour cela, on plonge le tube droit de l'ampoule dans la solution injectable et, par l'autre tubulure coudée garnie d'un tampon de coton enfoncé à une distance de 2 centimètres de l'extrémité, on fait une légère aspiration graduelle par l'intermédiaire d'un tube épais de caoutchouc relié à une trompe à eau. Quand l'ampoule est remplie, on intercepte la communication entre la tubulure et le tube de caoutchouc; c'est alors seulement que l'on peut arrêter le fonctionnement de la trompe pour éviter tout retour d'eau dans l'ampoule.

On bouche avec le doigt l'ouverture du tube droit, on retire alors l'ampoule du liquide dans lequel plonge ce tube, et on ferme à la flamme la tubulure opposée au-delà du tampon de coton, qui est ainsi conservé pour filtrer l'air lors de l'emploi du sérum. Après refroidissement, l'ampoule est retournée sur la tubulure fermée et on scelle à la lampe l'autre extrémité.

On procède alors à la stérilisation, à l'autoclave, des ampoules ainsi fermées.

CHAPITRE X

STÉRILISATION DES PANSEMENTS

I. — COTONS ASEPTIQUES

Le coton est le duvet filamenteux jaunâtre qui entoure les graines du cotonnier.

Lorsque celles-ci sont mûres, le coton est séparé des graines par des machines spéciales perfectionnées, puis il est mis en balles.

Ce textile, avant d'être cardé, est soumis à l'action d'une batteuse qui lui enlève les corps étrangers et les poussières qu'il peut renfermer.

On procède ensuite au cardage du coton. Cette opération a pour but d'obtenir le parallélisme des fibres de la *bourre de coton*, de rejeter les filaments trop courts et de démêler les nœuds et les boutons formés par l'enchevêtrement des fibres. On obtient alors le coton en nappes lisses constituées par des filaments parallèles et unis.

Pour les usages pharmaceutiques, on doit choisir autant que possible un coton, dit à longue soie, dont

la longueur des fibres varie de 2 à 3 centimètres. L'hydrophilation du coton et son blanchîment s'effectuent, dans la grande industrie des pansements, sur la bourre de soie et c'est seulement après qu'on procède au cardage.

L'hydrophilation est une opération qui a pour but de débarrasser le coton des petites quantités de matières grasses et de substances résineuses qui l'empêchent de se mouiller à l'eau et d'absorber ce liquide.

Dans l'industrie, on met le coton brut, non cardé, avec une solution de soude diluée dans des chaudières où l'on fait arriver la vapeur d'eau sous pression. Un mécanisme spécial brasse toute la masse. Au bout de quelques heures de chauffe à 125° ou 130°, on turbine le produit que l'on lave jusqu'à disparition d'alcalinité.

Ce coton, ainsi privé des matières grasses qui ont été saponifiées et des résines qui ont été dissoutes, est passé dans une solution faible d'hypochlorite de soude jusqu'à ce qu'il soit complètement blanc. Finalement le coton est de nouveau turbiné et lavé. On le passe dans un bain d'acide sulfurique très dilué, et on termine la série de ces opérations par un dernier essorage et lavage à l'eau.

Le coton humide est desséché dans des séchoirs et il est soumis au cardage. Les nappes obtenues sont divisées en paquets de 250 grammes, de 500 grammes et de 1 kilogramme.

Au lieu du procédé industriel qui demande une

installation spéciale, on peut opérer de la façon suivante :

Le coton est chauffé à l'ébullition, pendant dix à douze heures, dans une solution aqueuse de soude renfermant de 0,5 à 1 0/0 d'alcali. On lave d'abord le coton à l'eau et, au bout de quelques jours, on le turbine et on le plonge dans une solution décantée de chlorure de chaux (6 kilogrammes de chlorure pour 100 kilogrammes de coton). On l'enlève au bout de six heures, on le met pendant une heure dans de l'acide sulfurique étendu ; après quoi, on lave soigneusement et on turbine.

Pour enlever les dernières traces de chlore, on plonge le coton blanchi dans un bain de savon ; on le lave ensuite avec de l'eau renfermant un peu d'acide sulfurique, puis avec de l'eau ordinaire, et enfin on turbine, on le fait sécher et on le carde (Em. Bourquelot).

Dans le dernier traitement à l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, celui-ci décompose le savon, et une petite quantité d'acide gras très finement divisé se dépose sur la cellulose ; c'est ce qui donne au coton hydrophile la propriété de produire une certaine sensation de craquement, lorsqu'on le froisse entre les doigts (A. Link et H. Voskinkel).

D'après certains auteurs, l'introduction, dans le coton, de petites quantités d'acide gras permettrait de rendre marchands des cotons de qualité inférieure.

D'autre part, M. A. Link estime que cette opéra-

tion du savonnage est nécessaire et qu'elle augmente le pouvoir absorbant du coton. Aussi Budde a-t-il proposé de tolérer dans l'ouate dégraissée une teneur, en acides gras libres, de 0,35 à 0,40 0/0.

Pour le pharmacien qui opère l'hydrophilation de petites masses de coton, il est préférable de prendre sur le coton brut, déjà cardé, du commerce et d'opérer, comme l'indique le Codex, de la façon suivante :

« On l'immerge pendant quelques instants dans l'eau bouillante légèrement alcalinisée par la soude. On exprime et on plonge ensuite dans un soluté aqueux de chlorure de chaux à 5 0/0. Après un contact de quelques minutes, on exprime de nouveau le coton, on le rince à l'eau pure, puis à l'eau faiblement acidulée par l'acide chlorhydrique. On fait sécher après un dernier lavage à l'eau pure. Ce lavage est prolongé jusqu'à ce que le coton, essoré, puis comprimé sur une feuille de tournesol bleu, ne la rougisse plus. »

Les caractères que doivent présenter les cotons absorbants ont été nettement établis par M. Gay.

Voici comment cet auteur les détermine :

Le coton doit être blanc, il faut se défier des nappes à couleur jaunâtre, concordant, en général, avec un faible pouvoir absorbant. Le toucher doit être à peine doux, toujours un peu rude, et non *craquant ;* les produits à toucher doux présentent ce caractère d'autant plus accentué qu'ils sont moins hydrophiles.

La nappe examinée à la lumière transmise doit être homogène.

Pour examiner sa tenacité, on saisit une mèche de coton entre le pouce et l'index des deux mains, celles-ci étant appliquées l'une contre l'autre, à poings fermés ; on opère une traction lente et progressive, les deux poings s'arc-boutant à la base l'un contre l'autre ; la mèche doit opposer une résistance assez forte à la rupture.

La fibre de coton doit être longue ; c'est-à-dire qu'en étirant une mèche, la longueur du filament continu et étiré doit être au moins de 2 à 3 centimètres.

Une mèche de coton, allumée par son extrémité, doit s'enflammer instantanément sur toute la surface. On l'éteint aussitôt : la surface brûlée doit apparaître toute blanche. Les cotons insuffisamment dégraissés ne s'enflamment que progressivement et leur surface noircit.

Pour déterminer son pouvoir absorbant : on découpe une plaque de coton pesant 5 grammes ; on l'imbibe en la plongeant, sans la presser, dans l'eau distillée. Après cinq minutes de macération, on la retire en la repliant sur elle-même et, sans l'exprimer, on l'égoutte sur les doigts ouverts en la faisant lentement passer d'une main sur l'autre ; lorsqu'elle ne laisse plus écouler d'eau, on pèse et on divise le résultat par 5. Le nombre obtenu exprime le rapport du poids du coton sec au poids du coton imbibé ; il constituera le coefficient d'absorption de l'ouate.

Ce coefficient ne doit pas être inférieur à 18. Tout coton à coefficient inférieur peut être considéré comme insuffisant au point de vue chirurgical.

Comme complément à cet essai, le bon coton hydrophile, déposé à la surface de l'eau contenue dans un vase, doit plonger instantanément et se précipiter au fond du vase.

Enfin le coton hydrophile doit avoir une réaction neutre.

Si on le traite par l'eau, la liqueur aqueuse ne doit pas précipiter par l'azotate d'argent, ni par l'oxalate d'ammoniaque, ni par le chlorure de baryum.

Il ne doit pas donner à l'incinération plus de 0,3 0/0 de cendres (Em. Bourquelot).

Pour les différents besoins chirurgicaux, le pharmacien doit toujours posséder du coton aseptique en nappes, plus ou moins grandes, roulées ou disposées à plat, en petits carrés de 10 centimètres de côté, ou en grands carrés de 20 centimètres.

La *stérilisation* des cotons doit se faire par chauffage à l'autoclave et à la température de 134° maintenue pendant au moins trois quarts d'heure, surtout si on opère sur une grande masse de produit. Il faut opérer à cette température pour être certain d'avoir au moins 120° au centre du pansement. Lorsqu'on a à sa disposition un autoclave de Sorel (Voir p. 18), on obtient facilement un pansement stérile et sec. Il suffit de mettre le coton en nappes ou en carrés, sans le tasser dans les boîtes de cuivre nickelé à fermeture à baïonnette. Celles-ci

sont placées dans l'autoclave de Sorel, les trous des couvercles étant ouverts, et on porte à 134° pendant trois quarts d'heure.

Il est nécessaire d'opérer à cette température pour être certain d'obtenir, au centre même du pansement, une température, qui n'est jamais supérieure à 120°, mais suffisante pour une aseptisation absolue.

Après le temps de chauffe voulu, on fait, au moyen de la trompe, le vide dans l'autoclave pour dessécher le coton ; puis on fait rentrer l'air rendu stérile par son passage à travers le tube de platine, chauffé au rouge, de l'appareil Sorel. Le stérilisateur est ouvert, on ferme immédiatement les trous des couvercles des boîtes.

On obtient ainsi un coton aseptique et sec qui peut être conservé quelques jours et qui est livré au chirurgien dans la boîte même où a eu lieu l'aseptisation.

A défaut de l'autoclave de Sorel, on peut procéder à l'aseptisation du coton au moyen du simple autoclave de Chamberland, surtout quand le coton n'est pas destiné à être conservé un certain temps.

Dans ce cas, les cotons, placés dans les boîtes métalliques à fermeture à baïonnette, sont chauffés dans un four ou dans une étuve sèche à une température ne dépassant pas 100°. Lorsque ces boîtes sont ainsi chauffées, on les transporte dans l'autoclave, les trous des couvercles étant ouverts, et on chauffe à 134° pendant trois quarts d'heure. Sans éteindre le feu, on ouvre le robinet de la partie supé-

rieure de l'appareil, qui laisse échapper au dehors la vapeur d'eau surchauffée.

Dès que le manomètre est revenu à 0°,5, on ouvre l'autoclave, on ferme immédiatement les trous des couvercles des boîtes.

Le coton ainsi stérilisé contient tout au plus 4 à 5 0/0 d'humidité.

M. Barthe, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, stérilise l'ouate et, aussi, les tampons de coton, les compresses de gaze ordinaire dans l'autoclave à 120° et il les conserve dans des boîtes en verre munies d'une bande de sûreté. Dans ces conditions, l'ouate hydrophile ne retient que 5 0/0 d'eau en moyenne. Pour arriver à ce résultat, il faut avoir soin, à la fin de la stérilisation, de laisser échapper à l'extérieur la vapeur d'eau surchauffée.

Nous rappellerons que MM. Robert et Leseurre arrivent à dessécher spontanément leurs cotons et autres pansements par une détente brusque, en double paroi chaude, de la vapeur sous pression à 5 atmosphères (Voir p. 30).

Disons aussi que la maison Adnet a construit des petites boîtes en cuivre nickelé pour stériliser les pansements, construites de telle façon qu'elles peuvent être fermées dans l'autoclave, même avant la rentrée de l'air.

Ces boîtes sont munies, à leur partie supérieure, d'une soupape qui s'ouvre aisément par la pression d'un disque lui-même comprimé par le couvercle du stérilisateur au moment de la fermeture de l'auto-

clave. Au contraire, dès que l'on soulève ce couvercle, la soupape de la boîte se ferme, et le pansement ne peut se trouver au contact de l'air.

Quant on veut conserver le coton aseptique et sec, on effectue la stérilisation dans des boîtes cylindriques en fer-blanc, dont le couvercle est percé de trous correspondant à des ouvertures analogues ménagées à l'extrémité supérieure de la boîte. La stérilisation une fois faite, on tourne le couvercle pour que les trous ne se correspondent plus, et la boîte est fermée. A la fermeture du couvercle, on colle une bande de papier partie sur la boîte, partie sur le couvercle et on enveloppe la boîte dans du papier parcheminé.

Quelques fabricants préfèrent enfermer le coton dans des bocaux en verre, de dimensions variées, bouchés avec une capsule de métal à long pas de vis; une bande de garantie est collée passant par dessus la capsule et fixée au pourtour du bocal. D'autres mettent le pansement dans des boîtes métalliques munies d'un couvercle à double rainure et dont l'interstice est rempli de coton. On réalise de cette façon une fermeture absolument hermétique.

On ne peut songer, pour aseptiser le coton, à employer seulement la chaleur sèche qui, en raison du degré de température qu'il faudrait atteindre pour avoir une stérilisation absolue, désorganiserait la fibre textile et la colorerait : on aurait alors un pansement dépourvu de la plupart des qualités physiques qui justifient son emploi.

On peut à la rigueur dessécher le pansement à l'étuve après l'avoir autoclavé ; mais on risque, dans cette nouvelle manipulation, de le contaminer surtout au moment de la mise en boîtes.

Certains fabricants de pansements stérilisent les cotons et autres pansements dans des autoclaves-étuves dont l'heureuse disposition permet à la fois d'aseptiser le coton dans la vapeur d'eau sous pression et de le dessécher ensuite par une aspiration active au moyen d'un courant d'air stérile. Un dernier chauffage des boîtes, fermées et renfermant le coton, dans l'autoclave transformée en étuve sèche, complète l'asepsie grâce à la température de 135° ainsi obtenue.

Tampons de coton. — Les tampons de coton, employés comme agent absorbant à la place des éponges, sont faits avec de l'ouate hydrophile, découpée en petits carrés, que l'on roule doucement entre les mains sans la tasser, de façon à obtenir des tampons dont la grosseur varie depuis celle d'un œuf de pigeon jusqu'à celle d'un œuf de poule. Ce bourdonnet de coton est enfermé dans un carré de gaze hydrophile dont on réunit les quatre coins, et on ficelle l'extrémité polaire ainsi formée par un fil de soie.

Ces tampons sont aseptisés comme le coton en nappe et conservés, comme ce dernier, dans des boîtes en fer-blanc ou dans des bocaux en verre munis d'un couvercle métallique à long pas de vis.

On colle une bande de garantie sur le couvercle.

M. Hélouin conseille aux pharmaciens d'avoir toujours dans leur officine, à la disposition des médecins pour les cas d'urgence et d'interventions chirurgicales non prévues, des tampons d'ouate hydrophile aseptique obtenus de la façon suivante :

On prépare, comme nous venons de l'indiquer, des tampons de coton hydrophile enfermés dans de la gaze et, pour leur donner plus de consistance, l'auteur supprime le vide central, en enfermant dans chaque carré une petite boule de coton. Ces tampons sont immergés dans de l'eau distillée que l'on maintient à l'ébullition pendant quinze minutes, puis on répartit, tampons et liquide, dans des flacons à large ouverture ayant eux-mêmes séjourné au préalable dans l'eau bouillante.

Pour faire cette répartition, on se sert de pinces soigneusement flambées.

On peut préparer, de la même manière, des tampons de coton mis à bouillir et conservés dans des solutions antiseptiques faibles (eau phéniquée à 2 0/0 et colorée en rose par l'éosine, ou solution de sublimé à $0^{gr},10$ 0/00 et colorée en bleu par le carmin d'indigo).

Nous ne saurions trop engager tous les pharmaciens à suivre cet excellent conseil de M. Hélouin ; nous ajouterons, pour notre part, que si on veut réaliser une asepsie plus complète que celle qui est obtenue par une ébullition d'une durée de quinze minutes seulement, on peut, comme le recommandent

MM. P. Delbet et L. Bigeard, faire bouillir pendant trois heures les tampons bien ficelés, dans la solution, dite physiologique, de chlorure de sodium à 7 grammes par litre. Ceux-ci sont transportés ensuite dans une solution de sublimé en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter, pendant cette dernière manipulation, toute contamination. Nous rappelons qu'il sera bon de faire la solution de sublimé, qui sera utilisée, avec de l'eau déjà stérilisée par chauffage.

II. — GAZE HYDROPHILE ASEPTIQUE

La gaze est un tissu de coton léger et transparent, dans lequel les fils de la trame et de la chaîne sont nettement séparés les uns des autres. Cette gaze, utilisée pour les rideaux et la confection de certains vêtements, porte aussi les noms de *singalette*, de *blanc-chiffon*. Elle est toujours recouverte d'un apprêt, qui consiste en encollage et amidonnage, dont il faut se débarrasser pour la rendre hydrophile.

Cette purification s'effectue au moyen des traitements suivants :

La gaze est plongée dans de l'eau portée à 80°, puis on l'exprime. On la plonge ensuite dans l'eau froide avec laquelle on la laisse en contact pendant vingt-quatre heures. On l'exprime à nouveau et on

l'immerge dans une solution d'hypochlorite de soude de densité 1,015.

Après une demi-heure de contact, on lave à grande eau jusqu'à ce que l'eau qu'abandonne la gaze exprimée ne décolore plus le tournesol. On exprime encore une fois et on plonge le tissu, pendant une demi-heure, dans de l'eau renfermant un vingtième de son poids d'acide chlorhydrique. On lave ensuite à grande eau jusqu'à réaction neutre et on fait sécher.

Cette gaze purifiée ne doit pas bleuir par l'eau iodée, ni réagir sur le tournesol et ne pas le décolorer. Traitée par l'eau, elle doit donner, après expression, un liquide restant indifférent vis-à-vis des réactifs généraux analytiques.

Enfin cette gaze doit être hydrophile et absorber l'eau immédiatement.

La gaze, pour les emplois chirurgicaux, est délivrée en *bandes* de 5 et de 10 mètres sur 5, 10, 15, 20, 25 et 30 centimètres de largeur, et en bandes de 1 mètre et de 5 mètres de longueur sur 70 et 80 centimètres de largeur.

Ces bandes, enroulées sur elles-mêmes, sont stérilisées par les procédés identiques à ceux que nous avons décrits à propos du coton.

Si on opère l'aseptisation dans l'autoclave ordinaire, en ayant soin, à la fin de cette opération, de laisser échapper à l'extérieur la vapeur d'eau surchauffée, on a des compresses qui ne retiennent que 2 0/0 d'humidité en moyenne (Barthe).

On les conserve généralement dans des flacons en verre à large ouverture bouchés au moyen d'un couvercle métallique muni d'un long pas de vis; une bande de garantie est collée mi-partie sur le couvercle et mi-partie sur le flacon. Ces flacons sont, en outre, enfermés dans un étui en carton lui-même scellé par un cachet.

La chirurgie a souvent besoin, surtout pour les pansements gynécologiques, de bandes de gaze aseptique, pliées en *accordéon*, c'est-à-dire qu'elles sont repliées en zigzags à la manière d'un soufflet d'accordéon et ainsi disposées, elles sont mises dans le flacon où elles sont stérilisées. Cette disposition permet au chirurgien, après avoir saisi le *chef* du pansement, de prendre la quantité voulue de gaze qui se déroule alors facilement et de couper ensuite avec des ciseaux flambés; ce qui reste du tissu étant laissé dans le flacon peut être utilisé ultérieurement sans qu'il ait été contaminé.

Compresses-éponges de gaze. — La plupart des chirurgiens emploient maintenant des compresses-éponges de gaze comme agents absorbants, pour remédier aux inconvénients que présentent les éponges d'être difficilement rendues aseptiques. Ces compresses-éponges ont également des avantages sur les tampons d'ouate qui laissent toujours dans la plaie quelques filaments.

Ces objets de pansements se préparent en superposant sept à huit épaisseurs de tissus et en découpant

pant dans la masse des carrés de deux dimensions différentes : l'une de 10 centimètres, l'autre de 20 centimètres de côté.

Il est bon, pour éviter l'effilochage de leurs bords, de les ourler à longs points. On les dispose ensuite par couches dans des flacons à large ouverture, et on les stérilise, comme les bandes. Ces compresses éponges sont conservées aseptiques dans ces flacons bouchés par le couvercle à long pas de vis dont il a été déjà question. On y fixe ensuite la bande de garantie.

MM. Terrillon et Chaput ont adopté des dimensions un peu différentes de celles que nous venons d'indiquer. Leurs compresses-éponges sont de trois tailles :

Petites...........	De 6	centimètres sur	7
Moyennes........	De 8	—	9
Grandes.........	De 11	—	12

Ils mentionnent, en outre, les longueurs de gaze nécessaires pour confectionner ces compresses-éponges, la gaze employée ayant 80 centimètres de largeur :

Pour les petites...	25 centimètres	de	gaze
— moyennes	50	—	—
— grandes..	1 mètre		—

Ces compresses-éponges constituent un agent absorbant très pratique et très commode, moins

cher que les éponges et plus faciles à être obtenues complètement aseptiques.

On prépare aussi des *compresses* de dimensions variables utilisées comme pansement proprement dit ou pour protéger le champ opératoire. Elles ont soit $0^m,80$ de long sur 1 mètre de largeur (grandes compresses), soit $0^m,50$ de longueur sur $0^m,40$ de large (compresses moyennes), ou $0^m,40$ sur $0^m,30$ (petites compresses). Ces gazes sont pliées en 4 ou en 6, placées dans les flacons déjà décrits, et soumises à la stérilisation comme les bandes ordinaires.

III. — COMPRESSES ASEPTIQUES DE TOILE OU DE COTON

On emploie souvent, pour maintenir aseptique le champ opératoire, de grandes compresses de toile ou de coton.

Tout d'abord, le tissu doit être lavé à l'eau bouillante pour lui enlever son apprêt et, après dessiccation, on confectionne des carrés de dimensions variables qui sont ourlés.

Les compresses sont pliées en quatre ou en six; elles sont ensuite mises soit dans les boîtes à pansements avec fermeture à baïonnette, soit dans de grandes boîtes en fer-blanc. On procède à leur stérilisation comme pour la ouate, les bandes et les compresses de gaze. Leur conditionnement final est identique.

IV. — ÉPONGES ASEPTIQUES

Les éponges, utilisées en chirurgie comme corps absorbants, sont les éponges fines de Syrie. Elles renferment toujours des débris de coquillages, des petits cailloux dont on les débarrasse en les battant avec un maillet de bois et les lavant ensuite à l'eau courante.

Ce battage a encore l'avantage de les assouplir.

Les éponges ainsi battues et lavées sont ensuite plongées dans une solution d'acide chlorhydrique au centième pour dissoudre les substances calcaires qu'elles peuvent contenir, et on lave à grande eau.

Les éponges sont souvent blanchies dans le commerce au moyen des hypochlorites ; elles constituent alors les éponges dites de toilette. Il est préférable, pour l'usage chirurgical, de se procurer des éponges brutes qui, avant la stérilisation, sont blanchies de la façon suivante :

Les éponges battues, traitées à l'acide chlorhydrique au centième et lavées à l'eau courante, sont plongées dans une solution de permanganate de potasse à 5 0/0 où on les laisse séjourner pendant un quart d'heure au maximum ; on procède ensuite à un nouveau lavage à grande eau.

Après ce traitement, on les décolore par l'acide sulfureux. Pour cela, on fait une solution de bisulfite de soude à 2 0/0 dans laquelle on immerge les

éponges, puis on ajoute de l'acide chlorhydrique dilué pour décomposer le bisulfite et produire l'acide sulfureux qui décolore complètement les éponges. On les lave de nouveau à grande eau. Ce sont ces éponges ainsi préparées que l'on soumet à l'aseptisation (Vercamer).

La stérilisation des éponges doit être faite avec beaucoup de soin, car, en raison de leur texture, des multiples anfractuosités qu'elles présentent et qui sont un refuge pour les microbes, on rencontre des difficultés pour réaliser une asepsie rigoureuse. Cette asepsie est encore d'autant plus difficile à obtenir que les éponges sont surtout constituées par une substance fondamentale de nature protéique, la spongine, qui, sous l'influence du degré de température sèche ou humide indispensable pour avoir un produit stérile, se désorganise au point que les éponges deviennent absolument impropres à tout service.

Aussi beaucoup de chirurgiens ont-ils remplacé les éponges, en tant que corps absorbant, par des tampons d'ouate enfermés dans un morceau de gaze et facilement rendus aseptiques.

Bien que l'usage des éponges soit de plus en plus restreint, nous devons donner les différents procédés qui ont été préconisés pour leur stérilisation :

M. C. Elsberg laisse d'abord séjourner les éponges, pendant vingt-quatre heures, dans une solution d'acide chlorhydrique à 8 0/0, pour dissoudre les composés calcaires qu'elles renferment, puis on les

lave à l'eau pure et on les met dans la solution suivante :

Potasse caustique................	10 gr.
Tannin..........................	20 —
Eau.............................	1 litre

On les laisse tremper dans ce liquide pendant dix à vingt minutes, et on les rince ensuite dans de l'eau stérilisée, ou dans une solution de phénol à 5 0/0, ou de sublimé au millième jusqu'à ce que ces éponges aient perdu complètement la coloration brune qu'elles acquièrent par leur séjour dans la solution potasso-tannique. On les conserve dans la solution phéniquée à 2 0/0.

D'après M. Elsberg, ce procédé permet de stériliser les éponges sans altérer leurs propriétés physiques. Mais nous savons déjà que l'action des antiseptiques et, en particulier, celle du phénol ne suffit pas pour avoir une stérilité absolue. Nous verrons plus loin du reste que MM. Carrière et Vanverts ont montré l'insuffisance d'une semblable technique.

Schimmelbusch enferme les éponges dans un carré de toile et il plonge le tout dans une solution de soude à 1 0/0 portée à l'ébullition. On éteint le feu et on les laisse séjourner pendant une demi-heure. Au bout de ce temps, on les lave à l'eau stérilisée chaude pour enlever l'excès de soude qu'elles retiennent, et on les conserve dans une solution antiseptique (solution de phénol à 50 0/00, ou de sublimé au millième).

Ce traitement à la soude a l'inconvénient d'enlever un peu d'élasticité aux éponges.

Nous avons déjà eu l'occasion, pour la stérilisation des éponges, de mettre en pratique le chauffage discontinu de Tyndall, préconisé par MM. Billroth et G. Poupinel.

Voici comment nous avons opéré : les éponges battues au maillet, puis traitées par l'acide chlorhydrique au centième et lavées à grande eau, sont placées même tout humides dans des bocaux à large ouverture (*fig.* 36), passés au préalable au four à flamber. On ferme ce bocal par une plaque épaisse d'ouate stérile et on le recouvre d'un cristallisoir renversé venant presser sur le tampon de coton. Le tout est chauffé à la température de 65° maintenue pendant une heure par jour ; on renouvelle ce chauffage durant six à sept jours consécutifs.



Fig. 36. — Bocal à éponges stérilisées.

Nous reconnaissons volontiers que cette méthode ne donne pas toujours une asepsie complète, mais elle est encore bien préférable aux procédés basés essentiellement sur l'emploi des antiseptiques.

Le pouvoir absorbant des éponges est conservé à la suite d'une première aseptisation par chauffage discontinu ; mais si on renouvelle plusieurs fois cette

dernière sur des éponges qui ont déjà servi, leurs propriétés hydrophiles diminuent.

M. Robert, d'une part, et MM. Bardy et Martin, de l'autre, ont appliqué aux éponges le procédé de stérilisation par les vapeurs d'alcool sous pression portées à 120°. On réalise, dans ces conditions, une asepsie parfaite mais, suivant MM. Carrière et Vanverts, les éponges ainsi traitées deviennent bientôt hors d'usage.

Ces deux derniers auteurs ont également étudié comparativement la valeur des différents procédés de stérilisation que nous avons précédemment mentionnés, et ils estiment qu'aucun d'eux ne présente de sécurité au point de vue de la stérilité absolue.

MM. Carrière et Vanverts ont eu alors recours à l'emploi de l'eau oxygénée à 10 volumes, étendue de 3 fois son volume d'eau. Les éponges, mises en macération dans cette solution pendant vingt-quatre heures, leur ont donné d'excellents résultats. L'action antiseptique de l'eau oxygénée porte aussi bien son action sur les parties profondes et centrales de l'éponge que sur les parties périphériques. Les éponges ainsi stérilisées sont conservées soit à sec dans un bocal stérile et fermé, soit dans une solution antiseptique.

Cette méthode n'est pas coûteuse; elle est, en outre, rapide, aussi les auteurs la considèrent-ils comme la méthode de choix pour la stérilisation des éponges.

M. Rœser a donné une technique qui permet de nettoyer les éponges souillées ayant déjà servi : on les lave à l'eau stérilisée portée à 40-45° et additionnée de

20 gouttes par litre d'une solution de soude caustique à 10 0/0, puis on les rince plusieurs fois à l'eau stérilisée chaude. On les exprime et on les plonge, sans les tasser, dans des bocaux contenant de l'eau bromée obtenue en additionnant 1 litre d'eau bouillie de 30 grammes d'eau bromée saturée. On les laisse séjourner dans cette eau bromée jusqu'à décoloration de cette eau. On les retire, on les exprime et on recommence deux ou trois fois cette opération jusqu'à ce que l'éponge soit devenue blanche. Finalement, on les met dans l'eau stérilisée alcaline contenant 20 gouttes de la solution de soude à 10 0/0. On lave jusqu'à disparition de toute odeur de brome.

On obtient ainsi des éponges très blanches qui, d'après M. Rœser, ont encore en grande partie leurs qualités et surtout leur solidité après huit à neuf traitements.

M. Allain utilise l'eau ammoniacale pour débarrasser les éponges ayant servi du sang et des matières albuminoïdes qui les souillent. On emploie une solution contenant par litre 50 centimètres cubes d'ammoniaque. On les y laisse séjourner une demi-heure, puis on les rince à l'eau ordinaire en les exprimant avec une planchette de bois ; on recommence le traitement à l'eau ammoniacale et le rinçage à l'eau ordinaire jusqu'à ce qu'une éponge, pressée entre les mains et exprimée, ne laisse plus écouler de liquide trouble. Trois opérations, dont la durée totale est tout au plus d'une heure, suffisent presque toujours. Les éponges sont enfin

bien lavées à l'eau ordinaire jusqu'à ce qu'elles ne réagissent plus sur le tournesol. Elles sont alors prêtes à subir une nouvelle stérilisation.

V. — VÉRIFICATION DE LA TEMPÉRATURE D'ASEPTISATION DES PANSEMENTS

Lorsqu'on a soumis à l'autoclave un lot de pansements (coton, gaze, compresses, etc.), il faut être certain que l'intérieur de ces pansements a subi l'action d'une température suffisante pour réaliser l'asepsie cherchée.

Afin de s'assurer de ce degré de température, MM. Quénu et F. Terrier ont imaginé un procédé de contrôle dont le principe est fort simple : un petit tube en verre, fermé à ses deux extrémités, renferme une substance solide qui fond à une température déterminée. On place ces tubes au milieu du pansement à stériliser. Après stérilisation et au moment de l'emploi, si on constate que la substance contenue dans le tube est fondue, c'est que la température voulue a été atteinte.

Les substances qui peuvent être employées à cet usage sont :

1° La fleur de soufre, qui fond à 117° ;

2° L'acide benzoïque cristallisé fondant à 120° ;

3° L'anhydride phtalique dont le point de fusion est de 129°.

Un des élèves de M. Terrier, M. Latham, a apporté

un perfectionnement très important à ce procédé : il consiste à additionner la substance à fondre d'une matière colorante ; le mélange étant, avant la fusion, peu coloré, prend une teinte très accusée après la fusion.

Le mélange employé est le suivant :

Acide phtalique...............	25 gr.
— picrique................	50 centigr.
Hélianthine..................	5 —

Le produit, très légèrement coloré en jaune à l'état pulvérulent, est mis dans des petits tubes en verre bien secs que l'on scelle aux deux extrémités. Lorsque la température, au milieu des pansements, atteint 129°, la substance renfermée dans le tube prend une teinte rouge cinabre, preuve certaine du degré de température obtenu à l'intérieur du pansement.

Nous croyons qu'il n'est pas absolument indispensable de chercher à avoir une température aussi élevée au sein des divers pansements. Si, comme nous l'avons recommandé à propos de l'ouate, on chauffe pendant trois quarts d'heure, une température contrôlée de 110°, 115° ou 117° maintenue pendant ce temps, surtout lorsqu'il s'agit de la chaleur humide, est suffisante pour avoir des pansements complètement stériles et, après expérimentation, nous recommandons l'un des trois mélanges suivants :

1° Benzonaphtol................	100 gr.
Fuchsine.....................	40 centigr.

Mélange sec et pulvérisé de couleur rosée et devenant rouge vineux après fusion à 110° :

2°	Acétanilide........................	100 gr.
	Vert brillant......................	1 —

Mélange sec et pulvérisé de couleur azurée faible et devenant vert foncé après fusion à 115° :

3°	Terpine...........................	100 gr.
	Violet de méthyle................	1 —

Mélange sec et pulvérisé à peine teinté en blanc légèrement violacé et devenant bleu violacé foncé après fusion à 117°.

Ces divers mélanges sont mis dans des petits tubes en verre de 6 millimètres de diamètre et de 4 à 5 centimètres de long que l'on scelle ensuite aux deux extrémités.

Nous ne saurions trop recommander au praticien l'usage constant de ces tubes-témoins qui sont, pour le chirurgien, une garantie de l'asepsie du pansement, garantie dont il aura la preuve lorsqu'il trouvera ces tubes dans chaque boîte ou chaque flacon de coton, de tampons, de gaze, de bandes, etc.

D'autre part, le pharmacien pourra, en toute sûreté, décliner toute responsabilité, relativement aux accidents qui pourraient résulter d'une faute d'asepsie, lorsque les tubes de contrôle, trouvés dans

une boîte de pansement scellée, contiendront la substance témoin à l'état fondu.

On a fait observer que, si ces tubes de contrôle indiquaient bien la température à laquelle a eu lieu la stérilisation, ils ne donnaient pas de renseignements sur la durée pendant laquelle cette température a été maintenue.

Pour remédier à ce défaut d'une indication qui a sa valeur, M. Mikulicz emploie le moyen suivant :

Une bande de papier non collé, sur laquelle est imprimé le mot « stérilisé », est largement badigeonnée avec un empois d'amidon à 3 0/0 ; puis, elle est trempée, demi-sèche, dans une solution iodo-iodurée (iode, 1 partie ; iodure de potassium, 2 parties ; eau, 100 parties), qui lui communique une coloration bleuâtre foncée suffisamment intense pour faire disparaître les caractères d'impression. Le papier ainsi préparé, exposé à la vapeur, se décolore plus ou moins ; le mot *stérilisé* reparaît et reste apparent, même après dessiccation et chute de la température.

La chaleur sèche, même à 180-190°, ne peut décolorer le papier ; dans un autoclave à 106°-107°, le papier exposé à la vapeur se décolore en dix minutes. Cette décoloration est obtenue en vingt minutes, au contraire, s'il est enfoui dans un paquet de compresses. Si la température de la vapeur n'atteint pas 100°, il faut en prolonger l'action pendant plus d'une heure, pour obtenir une décoloration suffisante.

Voilà donc un moyen pratique permettant de

reconnaître : 1° si les objets de pansement ont été effectivement stérilisés à la vapeur ; 2° si la vapeur a atteint un minimum de température déterminé ; 3° si son action a été prolongée pendant un temps suffisant.

CHAPITRE XI

STÉRILISATION DES FILS A LIGATURES

I. — CATGUTS

Le mot anglais *catgut* vient de *cat* (chat) et de *gut* (boyau, intestin). Or le catgut, employé en chirurgie, est tout simplement la corde harmonique des luthiers, la corde à violon ; il provient de l'intestin, non pas du chat, mais du mouton.

Il est utile, à divers titres, de donner sur la préparation industrielle de ces cordes à violon quelques indications qui montreront suffisamment le degré de septicité de ce produit et qui viendront justifier les soins nécessaires pour réaliser son aseptisation absolue.

Préparation industrielle des cordes à violon [1]. — La préparation des cordes à violon commence

1. La plupart des renseignements relatifs à cette fabrication ont été puisés dans le *Dictionnaire de l'Industrie* de M. E.-O. Lami.

d'abord chez le boyaudier et se termine chez le fabricant de cordes d'instruments.

A l'abattoir, des ouvriers spéciaux détachent les intestins grêles, les développent sur une table et les débarrassent, par un râclage rapide, du sang, de la bile, des matières fécales qu'ils peuvent renfermer et de la graisse qui y est adhérente ; ils les mettent ensuite en paquets ou en écheveaux, les jettent dans des vases qui sont enlevés chaque jour et apportés à la boyauderie.

L'intestin grêle est formé de trois tuniques superposées, qui sont de dehors en dedans : une tunique séreuse, une tunique musculeuse et une tunique muqueuse.

La tunique séreuse formée par le péritoine, c'est-à-dire la tunique externe et la tunique muqueuse, ou tunique interne, doivent disparaître pour ne conserver que la tunique moyenne, c'est-à-dire la tunique musculeuse formée à la fois de fibres longitudinales et circulaires qui la rendent résistante.

Pour séparer les deux tuniques inutiles dans la confection de la corde, il faut avoir recours à toute une série de manipulations qui doivent être faites avec soin pour conserver bien intacte la membrane musculeuse que la plus légère altération met hors d'usage.

On passe tout d'abord à l'opération du *trempage*, c'est-à-dire qu'après leur arrivée à la fabrique, les intestins sont mis en macération dans une solution très diluée de carbonate de soude à 2 grammes

par litre, puis on les lave à l'eau courante. Après ce lavage, on passe au *raclage* des intestins réunis par paquets: des ouvrières, maintenant de la main gauche les boyaux, râclent avec le dos de la lame d'un couteau la membrane interne ou muqueuse. D'autres ouvrières reprennent alors ces intestins et arrachent la membrane externe, la séreuse, qu'on appelle, en terme de métier, *filandre*. Ces filandres s'emploient, au lieu de fil, pour coudre les boyaux.

Il ne reste plus alors que la tunique musculeuse ; le boyau est alors réduit au vingtième de son volume. On le met à nouveau en macération avec des eaux alcalines très faibles pour commencer, puis dans des eaux alcalines de plus en plus fortes. Ces eaux se préparent avec un mélange de potasse et de cendres gravelées.

Après l'action des liqueurs alcalines, on procède au *lavage*. Certains industriels opèrent le nettoyage du boyau par des solutions de permanganates alcalins et décolorent ensuite la corde par de l'eau oxygénée. Généralement, avant le traitement des intestins privés des tuniques internes et externes, on les fend sur toute leur longueur, ce qui est indispensable pour avoir une corde régulière, l'intestin grêle du mouton n'étant pas d'un calibre égal à sa partie supérieure et à sa partie inférieure.

Après lavage et séchage, les boyaux sont *tordus* et le métier qui les porte est mis à sécher dans une chambre où se dégage de l'acide sulfureux.

Les cordes tordues sont *triées* d'après leur blan-

cheur, leur ténacité et leur longueur pour que chacune d'elles soit appliquée au genre de cordes auquel il convient le mieux.

Ici se termine le travail du boyaudier.

Le fabricant de cordes d'instruments reprend les cordes légèrement tordues et les soumet au *filage* à l'aide d'un rouet, puis il les porte au soufroir pour les blanchir.

Après le soufrage, vient l'opération de l'*étrichage* destinée à nettoyer et à dégraisser complètement les cordes par le polissage. Ce travail se fait à la main en polissant avec une corde de crin entourant un faisceau de douze à quinze cordes et mouillant avec une solution de potasse. Plus tard, on *polit* à sec, à la main ou à la machine, au moyen de verre pilé, sur des coussinets de caoutchouc.

Il n'y a plus qu'à enduire les cordes d'huile, à les sécher complètement, à les couper de longueur, ce qui constitue l'apprêtage et à les enrouler en cercles sur des bobines d'un métier spécial, pour en faire les paquets tels qu'on les trouve dans le commerce.

La corde à boyau, destinée aux usages chirurgicaux, constitue le *catgut :* elle est formée, comme nous venons de le voir, par les fibres musculaires de l'intestin du mouton, c'est-à-dire qu'elle est constituée, au point de vue chimique, par des substances protéiques. A ce titre, elle a la propriété, sous l'influence des ferments protéolytiques secrétés par les

tissus, de se peptonifier, c'est-à-dire de se dissoudre. De là le nom de fil *résorbable* donné au catgut employé surtout, en chirurgie, pour les sutures profondes, dites sutures perdues.

Le catgut, pour pouvoir être utilisé en chirurgie, ne doit être ni trop sec, ni trop hydraté, de façon à ce que sa résorption se fasse dans un temps déterminé ; qu'elle ne soit ni trop rapide, ni trop tardive. D'autre part, le catgut doit rester souple et résistant, et enfin, il faut qu'il soit *complètement stérile*.

Nous reviendrons plus loin sur le caractère éminemment septique du catgut, à propos de la stérilisation.

Passons tout d'abord aux conditions que doit remplir le catgut, quant à sa grosseur et à sa force de résistance avant de le soumettre aux opérations de la stérilisation. Ces conditions ont été nettement indiquées par M. Debuchy, et nous les reproduisons en entier.

Le diamètre des cordes répond dans le commerce à des numéros en usage dans la chirurgie. Les données sont les suivantes :

Au mètre courant, pour un diamètre de :

0^{mm},25,	le n°	00	donne le poids de	0^{gr},07
0 ,33,	—	0	—	0 ,153
0 ,50,	—	1	—	0 ,3
0 ,60,	—	2	—	0 ,37
0 ,80,	—	3	—	0 ,45
1 ,00,	—	5	—	0 ,67

Les numéros les plus fréquemment employés en chirurgie sont les numéros 1, 2 et 0.

Un des premiers éléments à évaluer est le coefficient de rupture.

M. Debuchy fait remarquer qu'il importe surtout de connaître l'effort maximum que peut supporter une bonne corde à la traction et de s'en tenir, pour le choix de ces cordes, à celles qui donneront les valeurs ci-dessous, étant donné bien entendu, que les charges de rupture sont supérieures aux efforts de la pratique.

Une mesure dont il importe, suivant M. Debuchy, de tenir compte également, est celle de l'allongement correspondant à la charge de rupture; évidemment, entre deux échantillons se rompant sous le même poids, il faudra toujours donner la préférence à celui qui aura fourni l'allongement maximum. Cet allongement est d'autant plus intéressant à considérer dans le choix à faire qu'il est fonction du degré d'élasticité, et par suite de l'effort de torsion.

Les coefficients qui paraissent suffisants à M. Debuchy sont les suivants :

N° 00	charge de rupture	....	2kg,500
— 0	—	....	2 ,700
— 1	—	....	3 ,200
— 2	—	....	7 ,500
— 3	—	....	10 ,100
— 4	—	....	13 ,000
— 5	—	....	17 ,000

Dans ces essais, la longueur du bras de levier en fil correspondait à 15 centimètres.

Ces essais préliminaires de résistance doivent être renouvelés sur un échantillon, après toutes les opérations de stérilisation, et donner au minimum les mêmes résultats.

Nous verrons, à propos de la stérilisation par le *procédé* mixte, que c'est surtout M. Debuchy qui a eu recours à cette méthode d'aseptisation après avoir étudié quelle pourrait être l'action de la chaleur sur la résistance d'une corde à catgut déshydratée très lentement. Il a reconnu qu'une corde soumise à une dessiccation lente, puis stérilisée ensuite à l'autoclave à 120°, en présence de vapeur d'alcool absolu, subissait une diminution de 28 0/0 de la résistance initiale.

Stérilisation du catgut. — La stérilisation du catgut exige, en raison de sa composition, une technique spéciale et, de plus, l'asepticité complète ne peut être obtenue que par certains procédés qui demandent de la part de l'opérateur beaucoup de soins.

On ne doit jamais oublier que le catgut, en raison même de son origine, est une substance éminemment septique, toujours polluée par une flore bactérienne très riche comprenant, presque toujours, des bactéries pathogènes qui peuvent être sporulées et qui, par suite, sont très résistantes.

Souvent le catgut est souillé par le bacille du tétanos dont la présence est constante dans l'intes-

tin des herbivores et par suite du mouton, et qui se retrouvent dans les cordes à violon.

D'après Zaiatschowsky, le catgut contient aussi deux bactéries qu'il a designées par les deux lettres α et β ; ces deux bactéries résistent non seulement à l'action de la chaleur sèche à 100°, mais encore à celle des substances chimiques ordinairement recommandées pour la stérilisation. Zaiatschowsky considère ces bactéries α et β comme spécifiques du catgut ; elles ne seraient pas pathogènes par elles-mêmes, mais elles auraient la propriété d'exalter la virulence des microbes pathogènes.

Les procédés d'aseptisation qui ont été préconisés, tant en France qu'à l'étranger, sont nombreux ; on peut les diviser en deux classes :

a) Stérilisation par les procédés physiques ou aseptisation ;

b) Stérilisation par les procédés chimiques.

Mais, avant toute stérilisation, il faut procéder au *dégraissage* des cordes à violon qui sont toujours imprégnées d'une matière grasse mise par le boyaudier pour faciliter la conservation de ces cordes et les empêcher de se dessécher.

Le premier soin est donc de procéder à ce dégraissage par un traitement à l'éther ou au sulfure de carbone. On peut opérer pour cela de deux façons différentes.

1° On plonge les cordes à violon pendant vingt-quatre heures dans de l'éther ou du sulfure de car-

bone; au bout de ce temps on remplace le dissolvant par une nouvelle quantité de liquide, on laisse encore macérer pendant vingt-quatre heures, et enfin on lave à plusieurs reprises avec de l'éther pur et sec. Ce procédé a l'inconvénient de nécessiter une quantité assez grande de dissolvant.

2° On soumet les cordes à violon à un épuisement continu à l'éther au moyen du lixiviateur de Soxhlet qui, grâce à son dispositif, n'exige qu'une proportion peu élevée du dissolvant volatil. Voici comment il convient d'opérer :

On prend un tube lixiviateur de Soxhlet (*fig.* 37) que l'on fixe au moyen d'un bouchon de liège percé sur un matras C. On met au fond du tube une couche d'ouate *n* non tassée et on place les cordes à dégraisser D que l'on recouvre d'une autre couche de coton *m*.

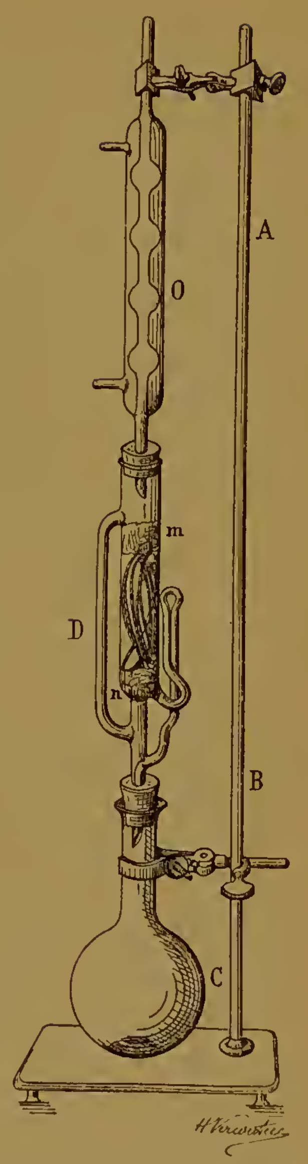


Fig. 37. — Lixiviateur de Soxhlet. — Dégraissage du catgut.

Au-dessus du tube de Soxhlet, on adapte un réfrigérant à boules O. Le tout est fixé dans un support AB. On commence par amorcer le tube-siphon, en versant de l'éther par la partie supérieure du réfrigérant. Puis on chauffe doucement le ballon, de préférence au bain-marie; les vapeurs d'éther s'échappent en se condensant dans le réfrigérant soigneusement refroidi par un courant d'eau, pour retomber dans le tube et lixivier les cordes à dégraisser ; le liquide éthéré se rend ensuite dans le matras par le siphon latéral.

Cet appareil fonctionne très facilement et très régulièrement avec une quantité d'éther relativement peu élevée.

Les cordes ainsi dégraissées ont changé de couleur, elles sont plus blanches et elles sont, en outre, plus souples.

Quand on a effectué cette opération indispensable du dégraissage du catgut, on procède à leur stérilisation.

Enroulement du catgut. — Tout d'abord, le catgut devra être enroulé sur une bobine de verre (*fig.* 38) par coupures 2^{m},50 à 3 mètres, au plus, sans que les tours de fil soient très serrés ; il faut autant que possible qu'ils soient libres pour être facilement accessibles aux moyens de stérilisation.

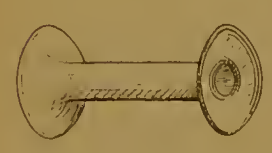


Fig. 38. — Bobine pour enroulement du catgut.

a) STÉRILISATION PAR LES PROCÉDÉS PHYSIQUES

L'emploi de la chaleur sèche pour l'aseptisation du catgut n'est guère recommandable, car, pour réaliser une stérilisation absolue, il faut porter le fil à une température d'au moins 140°. Suivant la plupart des auteurs, cette température est encore insuffisante, et il faudrait la porter à 160° ; on obtient alors un fil cassant, privé de toute souplesse.

Toutefois M. Reverdin, estime, pour sa part, que le catgut, porté graduellement à 140° et maintenu pendant une heure à cette température, reste résistant, si on a eu le soin surtout de le priver, dans l'opération du dégraissage, de toutes traces de matières grasses.

M. Krivoscheine prétend avoir eu de bons résultats dans l'emploi de la chaleur sèche, en suivant la technique de M. Grouzdev, qui est la suivante :

Le catgut est soigneusement lavé au savon vert, puis laissé pendant quarante-huit heures dans l'éther, ensuite séché et roulé sur des lamelles en verre, préalablement couvertes de gaze, de façon que les tours de fil ne se couvrent pas les uns les autres, mais se touchent seulement l'un à côté de l'autre.

Ces lamelles sont ensuite enveloppées d'ouate (laquelle empêche la combustion du catgut et de la gaze) et soumises à l'action de la chaleur sèche, dont la température atteint en deux heures 150°, et qu'on

maintient ensuite à ce niveau pendant deux autres heures. Ensuite les lamelles sont transportées dans un flacon d'alcool à 95° qui est ensuite hermétiquement fermé.

D'après l'auteur, le catgut reste aussi solide, souple, lisse et ferme qu'avant la stérilisation; le nœud chirurgical formé par lui tient très bien. Les ensemencements répétés sur la gélose ont donné des résultats absolument négatifs. Sa parfaite stérilité est aussi démontrée par les résultats obtenus en chirurgie à la suite de son emploi.

M. Larochette a donné, dès 1890, un procédé pratique, pour le pharmacien, de stérilisation du catgut sans avoir recours à aucune étuve. Ce moyen très simple est le suivant :

On prend un bocal de grande dimension, à large ouverture, fermé par un bouchon de liège; au fond de ce vase, on place un peu de coton et, par dessus, les cordes à stériliser non desséchées.

Trois ouvertures sont pratiquées dans le bouchon permettant l'introduction dans le *bocal-étuve* : 1° d'un thermomètre; 2° d'un tube recourbé pour permettre l'évaporation de l'eau contenue dans les cordes; 3° d'un régulateur, système Roux, pour régler la température.

Le *bocal-étuve* est placé dans un bain d'huile. On chauffe modérément de façon à élever graduellement la température et permettre à l'eau, emprisonnée dans les fibres de la corde, de pouvoir se vaporiser facilement. Il faut, pour ainsi dire, dessécher lente-

ment la corde. Là est tout le secret de la stérilisation du catgut par la chaleur.

L'asepsie est complète, comme il résulte des essais bactériologiques qui ont été faits, après deux heures de chauffe à 140°. Enfin avec une pince stérile, on retire de l'étuve les cordes stérilisées et on les conserve dans l'huile d'olive aseptique et contenant 10 0/0 d'acide phénique cristallisé.

M. Répin, le premier, a préconisé l'usage des vapeurs d'alcool absolu sous pression comme moyen d'aseptisation du catgut.

Après avoir établi que l'alcool renfermant même une petite quantité d'eau donne, lors de la stérilisation, un catgut qui s'hydrate et se désorganise, il recommande de faire séjourner le fil dans de l'alcool absolu porté, sous pression, à la température de 120° et pendant une heure et plus ; dans ces conditions, cette chauffe ne modifie en rien le fil qui conserve son apparence et toutes les propriétés physiques pour lesquelles il est recherché en chirurgie. D'autre part, M. Répin s'est assuré expérimentalement que les vapeurs d'alcool absolu sous pression à 120° et agissant pendant 45 minutes tuaient, d'une façon certaine, les spores les plus résistantes.

Il est donc bien établi que la stérilisation du catgut faite au sein de l'alcool est une méthode qui permet de réaliser l'asepticité absolue du catgut. Nous décrirons maintenant les détails opératoires, tels qu'ils nous ont été donnés par M. Répin.

Procédé Répin. — Le catgut est complètement dé-

graissé suivant les indications que nous avons précédemment décrites. Bien que l'on ait employé à cette opération de l'éther sec, le catgut contient toujours de l'eau en raison de sa grande affinité pour ce liquide. Il faut alors procéder à sa dessiccation complète pour que, dans la stérilisation, la substance protéique dont il est formé ne s'hydrolyse pas et ne se désorganise pas. On arrive à ce but en plaçant les cordes enroulées dans une étuve à air chaud que l'on porte lentement à la température de 110° environ, et où on les laisse séjourner pendant une heure.

Il est préférable, au lieu d'avoir recours à cette dessiccation à chaud, de mettre le catgut sous une cloche contenant de l'acide sulfurique, où on le laisse jusqu'à dessiccation complète, ce qui demande généralement deux ou trois jours.

La stérilisation telle que la pratiquait M. Répin se faisait en plaçant le catgut, avec une petite quantité d'alcool anhydre, dans un récipient hermétiquement clos et suffisamment résistant qui pouvait être un tube de verre fermé à la lampe ou un cylindre de métal muni d'un couvercle avec vis de pression et garniture de caoutchouc. Ce récipient était placé dans un autoclave que l'on portait à 120°, et on maintenait cette température pendant une heure.

M. Répin conservait le catgut dans des tubes en verre, contenant un bouillon de culture et que l'on scellait à la lampe. Ce bouillon restait limpide si le fil était bien aseptique. Mais ce procédé de conservation avait des inconvénients : M. Barthe et, avec

lui, la plupart des fabricants de pansements, estiment que ce séjour du catgut dans un bouillon de culture le rend cassant et lui enlève sa tenacité primitive.

Au procédé de M. Répin, on a apporté des modifications qui ont surtout pour but de remédier au défaut de souplesse et de solidité du catgut et à la difficulté que ce fil éprouve, le plus souvent, pour s'hydrater au contact des liquides aqueux, ce qui amène un retard quelquefois considérable dans sa résorption au sein de l'organisme.

M. Triollet estime, avec juste raison, que la fragilité du catgut provient de son hydratation (défaut de dessiccation), ou de celle de l'alcool *au moment de la stérilisation*. Des traces d'eau suffisent pour amener la transformation des substances collagènes en gélatine, d'autant plus qu'on sait combien l'alcool absolu est avide d'eau et avec quelle rapidité cette hydratation s'effectue pendant les manipulations.

D'autre part, un catgut trop sec est cassant, dépourvu de souplesse et peu propre à la confection des nœuds; ces défauts sont encore plus accentués par un séjour prolongé au sein de l'alcool absolu. Aussi est-il important, *une fois la stérilisation faite*, de rendre au catgut une certaine quantité d'eau pour qu'il puisse récupérer ses qualités qui justifient son emploi en chirurgie. Pour cela, on a préconisé de ramener, par un artifice spécial, l'alcool absolu, dans lequel le fil est conservé, au titre de 90° par addition d'eau sans ouvrir le récipient où le catgut est enfermé.

Nous allons voir successivement les diverses modifications apportées à la technique de M. Répin.

Procédé Legueu. — M. Legueu a fait construire un tube destiné à stériliser le catgut dans l'alcool absolu et à le conserver, sans changement et sans manipulation intermédiaire, dans l'alcool à 90°. Pour cela, dans le tube à côté de l'alcool et du catgut, il y a une ampoule de verre qui contient de l'eau. Le tube est stérilisé dans l'alcool absolu à 120°, puis, en agitant le tube, on brise l'ampoule qui contient l'eau, et celle-ci, en se mélangeant à l'alcool absolu, le transforme en alcool à 90°, la quantité d'eau est mesurée exactement pour donner au mélange le titre indiqué. Dans ces conditions, le catgut récupère en partie sa souplesse au contact de l'alcool hydraté.

Procédé Robert et Leseurre. — MM. Robert et Leseurre stérilisent également leur catgut dégraissé dans des tubes scellés, où ils introduisent préalablement une petite ampoule fermée contenant la quantité d'eau nécessaire pour ramener l'alcool absolu à 90°.

Cette ampoule, dont l'extrémité est très mince, peut être brisée par simple choc, et les débris de verre sont arrêtés par un petit panier. Le tube contenant le catgut porte en son milieu un bourrelet annulaire ; pour ouvrir le tube, il suffit de tirer en sens contraire les deux moitiés du tube qui se séparent sans éclat au niveau du bourrelet.

Procédé Barthe et Soulard. — MM. Barthe et Soulard ont rendu très pratique la méthode de sté-

rilisation de M. Répin, et le catgut qu'ils préparent, depuis quelques années déjà, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, a été adopté avec empressement par les chirurgiens des hôpitaux de cette ville.

Nous avons eu l'occasion de visiter le service de stérilisation des objets de pansement que les auteurs ont installé à l'hôpital Saint-André, et nous reconnaissons que cette installation répond à tous les besoins de la chirurgie, que les produits préparés offrent toute sécurité au point de vue de l'aseptisation. Ce résultat est atteint avec un matériel relativement peu important. Voici, en particulier, la technique adoptée pour stériliser le catgut :

Le fil, après avoir été complètement dégraissé par traitement à l'éther dans un appareil à lixiviation, est enroulé par coupures de 2m,50 à 3 mètres sur des tubes de verre de 7 centimètres de longueur sur 12 millimètres de diamètre, bordés à chaque extrémité pour éviter toute coupure des doigts. L'enroulement de la corde à boyau est tel qu'il suffit de tirer l'extrémité non nouée pour que le reste du catgut se déroule aisément.

La dessiccation du catgut est opérée lentement dans une étuve où circule un courant d'air chauffé à 85-95°. La température ne doit jamais atteindre d'emblée 100°.

Les bobines sont alors introduites dans des tubes cylindriques en verre soufflé de 10 centimètres de haut, de 25 millimètres de diamètre, et bouchés d'un tampon d'ouate hydrophile ; elles sont soumises à la

stérilisation dans la vapeur d'alcool anhydre à 120° pendant une heure. Cette opération s'effectue, comme le faisait M. Répin, au moyen de deux autoclaves ordinaires, l'un d'eux plus petit, pouvant être renfermé dans le plus grand, et contenant, avec les tubes de catgut à stériliser, de l'alcool anhydre. Le grand autoclave extérieur, renfermant de l'eau, est chauffé à la température de 120° pendant une heure. Dans ces conditions, le catgut subit l'action de la vapeur d'alcool absolu, portée à 120°, dans un espace clos, où la pression est de 4 atmosphères environ.

Après cette opération, et léger refroidissement de l'appareil, les tubes sont recouverts de capuchons de caoutchouc, préalablement stérilisés, sans qu'il ait été nécessaire de les déboucher, et sans qu'ils aient pu recevoir à aucun moment le contact d'un germe ou d'une poussière extérieure. Par dessus le capuchon passe une petite bande de sûreté dont les deux extrémités sont collées le long des parois du tube. Le numéro du catgut est aussi indiqué sur une petite étiquette ovalaire.

MM. Barthe et Soulard ont adopté plus récemment un nouveau modèle de récipient, pour la conservation du catgut, d'un maniement plus facile et d'une fermeture encore plus complète. Ce récipient consiste en une petite « boîte en verre » cylindrique avec goulot plus étroit, fermée par un couvercle également en verre de même diamètre que celui de la boîte; entre le goulot et le couvercle existe donc un certain espace qui est rempli d'ouate hydrophile,

de façon que le couvercle entre à frottement résistant sur le goulot. Une bande de sûreté est collée, après stérilisation, le long de la rainure.

Procédé Triollet. — M. J. Triollet a cherché un procédé d'aseptisation du catgut pouvant allier toutes les garanties d'une asepticité absolue, celle que donne l'autoclave, avec tous les avantages d'un assouplissement.

Après de nombreux essais, cet auteur s'est adressé, comme liquide stérilisant, à l'acétone, plus facile à obtenir anhydre que l'alcool, sans action nuisible sur le catgut et cependant miscible à l'eau.

Dans la stérilisation en milieu acétonique, on ne remarque jamais de gélatinisation partielle du catgut ; la solidité du fil reste complète.

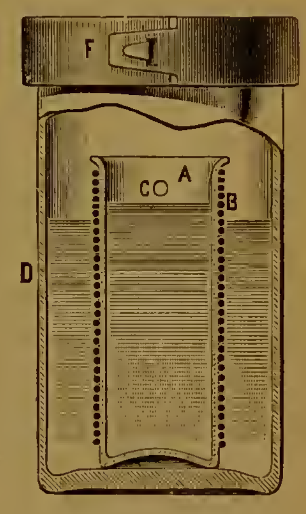


Fig. 39. — Dispositif de M. Triollet pour la stérilisation du catgut.

M. Triollet a adopté un dispositif qui constitue, avec l'emploi de l'acétone, l'originalité de son procédé. Voici en quoi il consiste :

Le catgut est enroulé sur un flacon-bobine A (*fig.* 39) fermé d'un bout seulement et contenant la quantité d'eau exactement nécessaire pour la grosseur du catgut à assouplir.

La bobine ainsi préparée est placée dans un fla-

con D où l'on met une quantité déterminée d'acétone (10 cent. cubes), en ayant bien soin que les deux liquides ne se mélangent pas. Ce dernier flacon est fermé hermétiquement au moyen d'une bague métallique F sertie autour du col du flacon. Ceci fait, on porte l'appareil à l'autoclave et on le soumet à 120° pendant quarante minutes.

Il résulte des considérations physiques et des expériences de M. Triollet que l'hydratation de l'acétone n'est que de 1 0/0 et que, par suite, la stérilisation du catgut se fait dans un milieu pratiquement anhydre : c'est une des conditions importantes pour que le catgut ne se désorganise pas et, de fait, le fil conserve toute sa solidité, mais il est rigide. Or, pour l'assouplir, il suffit de renverser le flacon après refroidissement. Les liquides se mélangent et le travail d'assouplissement commence. Il dure de quelques heures à quelques jours suivant la grosseur du fil.

Le catgut ainsi préparé présente, au point de vue de son asepticité, de sa solidité et de sa souplesse, toutes les garanties réclamées par la chirurgie.

Procédé Guerbet. — Pour remédier aux inconvénients de stérilisation et de conservation du catgut par l'alcool absolu, M. Guerbet a préconisé un procédé basé sur l'emploi des vapeurs de chloroforme à la température de 140°.

Le catgut, dégraissé et déshydraté, est introduit dans un tube de verre bien sec, de 17 centimètres de diamètre et d'un millimètre et demi d'épaisseur. On

met dans ce tube 2 centimètres cubes environ de chloroforme pur et sec et on scelle à la lampe. Il faut chercher, pendant cette dernière opération, à éviter autant que possible le contact des vapeurs de chloroforme avec la surface chauffée ; ces dernières seraient décomposées et les produits chlorés qui prendraient naissance altéreraient la surface du catgut pendant la stérilisation.

Pour obvier à cet inconvénient, M. Guerbet opère de la façon suivante :

Après l'introduction du catgut dans le tube, on étrangle ce dernier à l'endroit où on veut le fermer. Après refroidissement, on introduit le chloroforme avec un petit tube de verre plongeant jusqu'au fond du récipient ; on évite ainsi de mouiller les parois de ce dernier. On refroidit le chloroforme par un jet de chlorure de méthyle et d'éther, et on scelle le tube.

Malgré ces précautions, il se forme un peu de produits acides, mais jamais en quantité suffisante pour altérer le catgut.

L'auteur a soin, pendant ces manipulations, d'éviter l'entrée de l'air humide, en surmontant le tube à catgut d'un bouchon que traverse un petit manchon contenant, entre deux tampons de coton, du chlorure de calcium fondu.

On obtient ainsi un catgut bien sec dans le chloroforme et en tube scellé.

On stérilise par chauffage à l'autoclave à 140°. On maintient cette température pendant une demi-

heure, puis on laisse refroidir lentement pour éviter l'éclatement du tube.

D'après les expériences faites par M. Guerbet avec du catgut préalablement infecté par les bactéries sporulées les plus résistantes, on obtient toujours par ce procédé un catgut complètement aseptique et qui, en outre, n'a que très peu perdu de sa solidité.

Procédé Krönig. — Dans cette méthode, la stérilisation du catgut est obtenue par chauffage dans le cumol [1].

Ce carbure bout seulement entre 168-170°. Or le catgut qui a été chauffé à 150 ou 160° dans ce liquide ne perd aucune de ses qualités de résistance et d'élasticité et il est complètement stérile.

Voici comment M. Krönig conseille d'opérer.

Le catgut est d'abord enroulé en petits paquets liés de quelques fils de lin, et on le maintient à 70° dans une étuve sèche pendant deux heures. Puis on plonge les petits paquets de catgut dans des flacons à large ouverture contenant du cumol et on chauffe au bain de sable.

Les vases à filtrations chaudes de Bohême ou d'Iéna conviennent parfaitement pour cet usage.

Il faut avoir soin d'entourer le vase de sable jusqu'au deux tiers de sa hauteur. On plonge un thermomètre dans le liquide et on chauffe le bain de sable

1. On donne le nom de *cumols* ou de *cumènes* aux trois triméthylbenzènes isomères.

sur un bec Bunsen. Quand le cumol a atteint la température de 155°, on éteint le gaz, et le catgut subit encore, pendant un temps assez long, une température élevée en raison du refroidissement lent du bain de sable.

Il est bon de recouvrir le vase contenant le cumol d'un fin treillage en fil de fer ou en laiton, pour éviter tout danger d'inflammation.

Après cette stérilisation, le catgut est plongé dans de l'éther de pétrole qui dissout le cumol adhérent, et on conserve le fil dans une solution au millième de sublimé dans alcool absolu avec addition de 15 0/0 de glycérine anhydre.

Nous ne doutons pas que le procédé de Krönig ne réalise l'asepsie absolue du catgut, mais nous lui reprochons de multiplier les manipulations du fil pendant lesquelles il risque de se contaminer. L'auteur ne dégraisse pas son fil avant de procéder à la stérilisation, c'est très vraisemblablement parce qu'il s'est assuré que le chauffage dans le cumol suffit à lui seul à le priver de toutes traces de matières grasses.

Les différents procédés que nous venons de décrire présentent, en général, le maximum de garanties à tous égards, à part quelques-uns qui offrent quelques inconvénients d'importance secondaire.

Mais tous ces procédés, excellents pour l'industrie des pansements, ne sont pas toujours très pratiques, surtout pour les pharmaciens appelés, à des moments plus ou moins éloignés, à stériliser eux-mêmes leur catgut.

Dans ce cas, le praticien aura avantage à avoir recours, lorsqu'il s'agit bien entendu *d'une stérilisation par la chaleur*, aux méthodes de Mencière, de Bardy, ou plus simplement à la technique que M. Grimbert a proposée pour le nouveau Codex.

Il n'y a là souvent, nous le répétons, qu'une modification peu importante dans les procédés déjà décrits ou adoptés par d'autres auteurs, mais que la simplicité doit faire adopter dans la pratique courante de la pharmacie.

Nous passons à la description de ces procédés pratiques :

Procédé L. Mencière. — Il est un fait indéniable c'est qu'il est toujours préférable, pour éviter toute contamination, de conserver le catgut dans le flacon ou le tube où il a été aseptisé ; aussi la technique indiquée par M. L. Mencière, à la fois simple et susceptible d'être pratiquée par tous les pharmaciens, est, en tous points, recommandable.

Cet auteur s'est assuré que des tubes à essai ordinaires, mais un peu épais, contenant de l'alcool absolu et scellés, pouvaient résister très bien à une température de 120° dans l'autoclave. Ceci établi, voici le détail des manipulations à effectuer.

Le catgut, complètement dégraissé par traitement à l'éther, est chauffé dans une étuve à 100° en ayant soin de n'atteindre cette température que progressivement.

Le catgut dégraissé et déshydraté est mis sur une

bobine que l'on introduit dans un tube à essai de 15 millimètres de diamètre, d'une hauteur de 15 à 20 centimètres et d'une épaisseur de verre d'un millimètre.

Ce tube doit être, au préalable, bien desséché à l'étuve.

On verse dans ce tube de l'alcool anhydre jusqu'à 1 centimètre au-dessus de la bobine.

On scelle ensuite le tube à la lampe. Pour cela, le tube, tenu incliné, est porté dans la flamme d'un bec Bunsen, à environ 4 ou 5 centimètres du niveau de l'alcool, on le chauffe régulièrement en le tournant. Quand le verre est suffisamment ramolli, on sort le tube de la flamme et on l'étire sans arrêter le mouvement de rotation. L'extrémité étirée est réchauffée à nouveau pour le ramollir; la pointe est ainsi renforcée, et si on a eu soin de tourner complètement le tube sur lui-même pendant cette opération, la partie conique et terminale du tube est régulière, sans parties plus faibles qui pourraient céder sous l'influence de la pression intérieure, lors du chauffage. M. Mencière fait remarquer qu'en opérant dans ces conditions il est bien rare que l'alcool s'enflamme; si cet accident survenait, on n'aurait qu'à retirer le tube de la flamme du gaz pour que l'alcool ne continue pas à brûler. Lorsque le tube est scellé, il faut avoir soin de maintenir le tube bien droit, car, si l'alcool froid venait au contact du verre chauffé, il pourrait en résulter une rupture, du reste sans danger.

Quand le tube est fermé, on le porte à l'autoclave à 120° pendant une heure.

Le catgut ainsi obtenu est tout à fait aseptique, il est souple et résistant et peut se conserver indéfiniment.

Procédé A. Baldy et H. Martin. — MM. Baldy et Martin opèrent également la stérilisation de leur catgut dans les vapeurs d'alcool anhydre à 125° en se servant de simples tubes à essai. Ils font observer que le tube, à la condition qu'il soit bien fermé au chalumeau, sans soufflure et sans pointe, résiste fort bien à la pression de l'alcool porté à 125° et dont la tension est supérieure d'un peu plus de 3 atmosphères à la pression atmosphérique.

Le tube de catgut préparé par ces auteurs porte un trait de lime fait à l'avance ; il suffit, au moment du besoin, d'agrandir ce trait en longueur et en profondeur au moyen d'une petite lime qui accompagne le tube pour obtenir facilement une cassure nette et sans éclats.

Pour rendre de la souplesse à ce catgut conservé dans l'alcool absolu, on le fait tremper, au moment de son emploi, dans de l'alcool à 80° où il reprend une quantité d'eau suffisante pour se gonfler, se détendre et faciliter la confection du nœud sans nuire à sa solidité.

Procédé du nouveau Codex. — Sur la proportion de M. Grimbert, le nouveau Codex a adopté, pour la stérilisation du catgut, le procédé à l'alcool absolu et l'emploi des tubes de verre scellés. Il est

bien entendu qu'on pourra remplacer ces derniers par d'autres récipients à fermeture hermétique et suffisamment résistants, ou bien faire usage de l'autoclave à alcool de Répin qu'on placera dans un autoclave plus grand à eau ordinaire.

Voici la technique adoptée, y compris l'opération du dégraissage :

On place le catgut dans un appareil à épuisement continu et on l'épuise par l'éther. Pour dessécher le fil, on le porte ensuite, dans une étuve chauffée à 85° environ, pendant dix heures. On laisse refroidir le fil sous une cloche à acide sulfurique.

Pour le stériliser, on l'introduit dans des tubes en verre résistant contenant de l'alcool absolu ; on scelle à la lampe. Les tubes sont disposés dans un autoclave et on chauffe à 120° pendant quarante-cinq minutes. On laisse refroidir.

M. Grimbert a ajouté que, lorsqu'on veut faire usage de ce catgut, il convient de le plonger pendant un quart d'heure dans de l'eau stérilisée.

b) STÉRILISATION PAR LES PROCÉDÉS CHIMIQUES

Si on se reporte aux considérations générales que nous avons exposées à propos de l'asepsie et de l'antisepsie, nous croyons pouvoir dire que la stérilisation par les procédés chimiques, c'est-à-dire par les antiseptiques, n'offre pas toutes les garanties d'asepticité que l'on est en droit d'attendre de la stéri-

lisation par les procédés physiques et, en particulier, par l'action des vapeurs d'alcool portées à 120°.

Toutefois nous croyons utile d'indiquer les différentes méthodes de stérilisation par les antiseptiques qui ont été préconisées ; le pharmacien, il nous semble, ne doit pas les ignorer, d'autant plus que certains chirurgiens prétendent avoir obtenu d'excellents résultats, par l'emploi des catguts rendus stériles par des solutions microbicides.

Nous ne nous arrêterons pas à la méthode initiale de Lister, qui consistait à laisser séjourner le catgut, pendant six mois, dans une solution huileuse d'acide phénique.

Nous savons d'ores et déjà que, dans ces conditions, on est bien loin de réaliser l'asepsie du fil malgré les modifications apportées par MM. Rapp, Lucas-Championnière, etc.

L'emploi des solutions de sublimé fait par MM. Schwartz, Braeatz, Bergmann ne peut rendre stérile le catgut ; il ne peut donc être considéré comme un procédé idéal, quelle que soit la technique et quelle que soit aussi la durée du séjour du fil dans les solutions mercurielles.

La membrane de la spore, coagulée sous l'influence du sel mercurique, ne laisse plus pénétrer à l'intérieur l'agent microbicide pour continuer son œuvre d'aseptisation. Et puis, n'est-il pas établi, en admettant même les spores bactériennes momentanément stériles, que celles-ci, en contact avec les liquides de

l'organisme lors de la suture, vont céder leur sublimé et reprendre toute leur vitalité.

M. Harrington a préconisé, l'un des premiers, l'aldéhyde formique pour la stérilisation du catgut. Des expériences nombreuses faites, dans ces conditions, ont démontré que le catgut soumis aux vapeurs de formol conservait, il est vrai, sa puissance de résistance, mais qu'au point de vue de l'asepticité obtenue le procédé était d'une valeur douteuse. M. Frederick, néanmoins, estime que ce procédé lui a toujours donné d'excellents résultats :

Voici quelle est sa pratique de stérilisation :

On laisse le catgut respectivement pendant une, trois, cinq, sept heures, selon les numéros (0, 1, 2, 3) dans une solution de formol à 5 0/0.

Au bout du temps voulu, le fil est lavé soigneusement et longtemps à l'eau courante; puis il est plongé, pendant un quart d'heure, dans l'eau bouillante.

Le catgut, ainsi traité, est conservé dans des flacons aseptiques contenant de l'alcool à 95° additionné de 8 à 10 0/0 de glycérine préalablement stérilisée.

Dans le cas où les ligatures ne doivent pas être résorbées avant plusieurs semaines, M. Frederick prépare ce qu'il appelle « le catgut au bichromate de potasse ». Le fil, après sa stérilisation au formol, est tout simplement immergé dans la solution suivante :

Eau stérilisée..............	1 litre
Glycérine stérilisée	10 cent. cubes
Bichromate de potasse....	1gr,50

On a aussi expérimenté l'emploi des essences dont le pouvoir bactéricide pour quelques-unes est considérable.

C'est ainsi que MM. Thiersh, Kurster, A. Martin, Pozzi ont employé l'essence de bois de genévrier. M. Pozzi, en particulier, a combiné l'action du sublimé avec celle de l'essence de bois de genévrier :

Le catgut est d'abord dégraissé soigneusement à l'éther, puis stérilisé dans l'étuve sèche à 110° pendant une heure. Il est ensuite trempé dans une solution de sublimé au millième, puis maintenu, durant plusieurs semaines, dans l'essence de bois de genévrier.

Le catgut est ensuite retiré et on le conserve dans l'alcool, additionné d'un dixième d'essence de genévrier.

D'après MM. Pozzi, ce *catgut au genièvre* conserve toute sa ténacité et sa flexibilité.

Dans ces dernières années, des chirurgiens allemands et anglais ont adopté l'emploi d'un catgut aseptisé par une solution aqueuse d'iode dans l'iodure de potassium ; ce catgut porte le nom de *catgut Claudius*, du nom de son inventeur.

Procédé Claudius. — Le catgut *brut* mis sur bobines est placé dans une solution composée de :

Iodure de potassium.............	1 gr.
Iode pure........................	1 —
Eau distillée.....................	100 —

et on laisse séjourner pendant huit jours.

Au bout de ce temps, la stérilisation est considérée comme parfaite.

La consistance des fils au sortir de la solution iodée est comparable à celle des fils de cordonnier.

Un dégraissage du catgut avant l'action de l'iode n'est pas possible, le fil devenant d'ordinaire rude et cassant.

Avant son emploi, on plonge le catgut dans un liquide stérile quelconque, ou dans une solution aseptique de phénol à 3 0/0 pour enlever l'excès d'iode. On peut aussi le conserver dans l'alcool.

Pour avoir un fil moins cassant, Fuchs conseille de ne pas suivre la dernière partie de la technique de Claudius et de conserver le catgut dans la liqueur iodée, ou bien, à l'état sec, dans des boîtes stérilisées, auquel cas il suffit de le faire macérer pendant quelque temps dans de l'eau stérilisée pour lui rendre sa souplesse.

M. Salkindsohn préfère prendre du catgut dégraissé qu'il enroule sur des bobines de verre, à raison de 3 mètres de fil au maximum par bobine. Il immerge le tout dans une solution contenant $0^{gr},65$ d'iode pour 100 grammes d'alcool à 50°. Les bobines sont laissées au moins huit jours au contact de cette solution et à l'abri de la lumière. Au bout de ce temps, le catgut peut être utilisé ou conservé sans inconvénient au sein de la liqueur iodée.

M. W. Stone est partisan de l'emploi de la solution *aqueuse* iodo-iodurée telle que l'a indiquée M. Claudius; mais, pour éviter une diminution de la

résistance du fil, il recommande de formoliser, au préalable, le catgut. A cet effet, il immerge le fil dégraissé dans une solution de formol à 4 0/0 pendant 36 à 48 heures, puis il le lave à l'eau courante pendant 10 à 12 heures.

C'est après cette opération que le catgut est placé dans la solution iodo-iodurée où il reste jusqu'au moment de l'usage.

Il est bien certain que le formol, en se combinant aux substances protéiques du catgut, remédie à la diminution de résistance que le fil acquiert après son immersion dans la solution aqueuse iodo-iodurée. Mais nous nous demandons si la formolisation ne retarde pas trop la résorption du fil, car l'emploi du catgut, en tant que fil à ligature, est en réalité justifié par sa qualité d'être résorbé dans un espace de temps déterminé et sur lequel le chirurgien se base dans sa technique opératoire.

M. Elsberg a eu l'idée d'avoir recours à une solution aqueuse de sulfate d'ammoniaque pour stériliser le catgut en raison de ce fait que ce sel insolubilise les matières albuminoïdes.

La solution employée est une solution saturée à froid de sulfate d'ammoniaque. On fait bouillir le catgut dégraissé dans la solution pendant dix à vingt minutes. Le catgut est ensuite retiré, puis plongé dans de l'eau stérilisée froide où il séjourne pendant une minute. On le conserve dans l'alcool.

D'après M. Elsberg, ce catgut est complètement stérile et conserve toutes ses propriétés physiques.

c) STÉRILISATION PAR L'EMPLOI SIMULTANÉ DE LA CHALEUR ET DES ANTISEPTIQUES

Au commencement de notre étude sur le catgut, nous avons insisté sur les recherches de M. Debuchy qui avait calculé la diminution de résistance que subissait un catgut déshydraté lentement et soumis ensuite aux vapeurs d'alcool à 120°.

Cette diminution, qui est environ de 28 0/0 de la résistance initiale a conduit M. Debuchy à adopter un procédé d'aseptisation du catgut en utilisant à la fois les moyens physiques combinés à l'action microbicide des antiseptiques.

Procédé Debuchy. — M. Debuchy prépare le catgut stérilisé par un procédé que nous appellerons mixte, en raison de l'emploi simultané de la chaleur et des antiseptiques.

Les cordes à violon sont dégraissées par le sulfure de carbone, et on les plonge ensuite dans une solution d'azotate d'argent à 2 0/0, où on les laisse séjourner pendant quinze jours ; les cordes deviennent d'une couleur brun foncé. Le catgut est ensuite retiré de la liqueur argentique et on le lave avec une solution stérilisée de chlorure de sodium jusqu'à disparition de toutes traces d'argent, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'on n'obtienne plus de précipitation en présence de la solution chlorurée.

Ceci fait, on soumet le fil à la tyndallisation, c'est-à-dire qu'on le porte à l'autoclave à 80° au plus,

pendant une heure chaque jour, durant une semaine.

On peut aussi remplacer cette tyndallisation par un séjour de deux jours dans une solution alcoolique d'essence de cannelle à 25 0/0, suivi de lavages à l'alcool à plusieurs reprises. Enfin le fil est conservé dans l'huile phéniquée et stérilisée, dans l'alcool absolu, ou encore dans l'alcool naphtolé.

M. Vanverts préconise comme liquide conservateur une solution alcoolique de β-naphtol à 1 0/0.

M. Debuchy a eu recours à l'action de l'azotate d'argent non seulement comme substance stérilisante, mais aussi parce qu'il a constaté que, sous l'influence du composé argentique, il y avait une augmentation d'élasticité et un accroissement de résistance qu'il évalue au moins à 25 0/0 de la résistance initiale.

Cet auteur a vérifié expérimentalement que son procédé donnait une stérilisation absolue.

II. — SOIES

Le fil de soie employé, comme fil à ligatures, est le fil à coudre en soie qu'il ne faut pas confondre avec le fil de soie obtenu par la simple réunion d'un certain nombre de fils de cocon, portant le nom de *fils grèges*.

La soie à coudre est formée par un nombre déterminé de fils simples tordus, c'est ce que l'on appelle le fil *retors*.

Quelquefois on assemble entre eux plusieurs fils retors qui sont à leur tour tordus les uns avec les autres; on obtient alors les fils *câblés*. Toutes ces soies sont rondes.

Il existe, en outre, une soie plate, tressée : c'est la *soie de Czerny*.

On emploie, en chirurgie, la soie ronde, ou encore plate ou tressée, de trois dimensions : petite, moyenne ou grosse.

La soie tressée plate, dite *soie de Czerny*, semble avoir la préférence de beaucoup de chirurgiens, qui trouvent qu'elle permet de faire plus facilement un nœud ne se défaisant pas.

La soie de Czerny commerciale se présente sous six grosseurs différentes correspondant aux numéros de 0 à 6. Pour l'emploi chirurgical, on se sert surtout des trois grosseurs 1, 3, 6 correspondant justement aux dénominations plus vagues indiquées plus haut : petite, moyenne ou grosse.

Les fils de soie industriels sont généralement recouverts d'un apprêt qu'il faut faire disparaître avant de procéder à la stérilisation. Nous verrons quel est le traitement qu'on leur fait subir au moment où nous décrirons les différentes méthodes d'aseptisation employées. Ces méthodes de stérilisation sont variables avec les auteurs qui les ont préconisées ; nous relatons seulement celles qui nous paraissent les plus pratiques et qui présentent, au point de vue de l'asepticité, toutes les garanties désirables.

Procédé Debuchy. — La soie est traitée par une solution alcaline de soude à 3 0/0 pour la dégraisser, puis on la lave à l'eau bouillante jusqu'à disparition de toutes traces d'alcali. On l'enroule sur des bobines de verre et on stérilise à l'autoclave à la vapeur d'eau sous pression à 120°.

La soie est conservée dans les tubes où a eu lieu la stérilisation, ou dans une solution phéniquée à 25 0/00, qui a été stérilisée au préalable à 120°, ou encore dans une solution, toujours stérilisée, de :

Alcool........................	900	parties
Glycérine	100	—
Sublimé......................	1	—

Pour que l'action de la chaleur s'exerce sur toutes les parties du fil, nous conseillons d'enrouler la soie en spires inclinées d'abord de gauche à droite, par exemple, sur toute la longueur de la bobine, et de mettre une seconde épaisseur du fil en enroulant, toujours en spires inclinées, mais cette fois de droite à gauche. La pénétration de la vapeur humide et surchauffée s'effectue ainsi plus facilement entre les épaisseurs de soie, et on obtient une stérilisation absolue.

Procédé F. Terrier. — M. F. Terrier enroule les fils de soie, privés de leur apprêt, sur des cadres de nickel pur (*fig.* 40), de 10 centimètres de long sur 1 centimètre de large; et suivant la grosseur du fil de soie, on peut en enrouler de 1 à 3 mètres.

Le tout est glissé dans un tube à essai en verre un peu grand, le tube est obturé par un petit tam-

pon d'ouate et placé dans le panier métallique de l'autoclave et maintenu pendant une demi-heure à la température de 120°.

Après refroidissement, les tubes sont relevés et on recouvre leur tampon d'ouate d'un capuchon de caoutchouc (*fig.* 41).



Fig. 40. — Tube contenant le cadre avec le fil de soie. (F. Terrier).



Fig. 41. — Tube recouvert du capuchon de caoutchouc (F. Terrier).



Fig. 42. — Tube scellé (F. Terrier).

Pour les préparations qui devront être gardées un temps indéterminé, on utilisera des tubes en verre un peu plus longs, qui, après stérilisation dans l'autoclave, seront étirés et fermés à la lampe d'émailleur (*fig.* 42). Bien entendu, pendant cette manipula-

tion, les tubes devront rester fermés par leur tampon d'ouate. Un trait de lime fait sur l'extrémité du tube permet de l'ouvrir facilement, en y appuyant un corps quelconque chauffé au rouge. De cette façon les fils restent indéfiniment stériles.

Procédé L. Barthe. — M. Barthe stérilise ses soies de la même façon que son catgut (Voir p. 138), c'est-à-dire que le fil est enroulé, par coupures de 2m,50 à 3 mètres, sur les tubes de verre bordés que l'on introduit dans des tubes cylindriques en verre de 10 centimètres de haut sur 25 millimètres de diamètre et bouchés d'un tampon d'ouate.

On stérilise dans la vapeur d'alcool anhydre à 120° pendant une heure. L'auteur mentionne que l'on peut plus simplement aseptiser dans la vapeur d'eau à 120°.

Les soies sont enfin conservées à sec dans les tubes où a lieu la stérilisation en ayant soin de recouvrir le tampon de coton d'un capuchon de caoutchouc. On colle ensuite une bande de sûreté passant par dessus le capuchon.

En règle générale, les soies, débarrassées de leur apprêt et des matières grasses, peuvent être stérilisées à l'autoclave, même à des températures élevées qui ne les détériorent pas. Cette stérilisation pourra se faire soit en tube scellé, soit en flacon hermétiquement clos au sein de l'eau distillée, ou même à sec, et on les conserve soit dans une solution alcoolique de sublimé à 1 0/0, ou dans une solution aqueuse de phénol à 25 0/00 préalablement stérilisée.

On peut même, comme le font MM. A. Bardy et Martin, stériliser la soie (mise sur bobines) dans la vapeur d'alcool anhydre à 120°, en suivant la technique employée par l'aseptisation du catgut.

Les différentes méthodes que nous venons d'indiquer, appliquées à la stérilisation des fils de soie, donnent toutes des garanties d'asepsie absolue. Une fois cette stérilisation faite, on devra soigneusement étiqueter chaque tube ou flacon, étiquette portant l'indication de la nature du fil, son numéro, la température à laquelle il a été stérilisé et le milieu dans lequel il est conservé.

Il existe d'autres procédés surtout utilisés à l'étranger et dont on a pris pour prétexte, afin de justifier leur emploi, de dire que les soies autoclavées n'étaient pas résistantes. Ceci est vrai quand on prend des fils de qualité inférieure, fabriqués avec de la bourre de soie, mais les fils tressés ou câblés, de marques connues, subissent sans altération l'action de la vapeur sous pression.

En Allemagne, la méthode générale d'aseptisation mise en pratique pour les soies est la suivante :

La soie est soumise à l'ébullition, puis immergée, pendant quelques heures, dans une solution de sublimé à 5 0/0 et renfermant 20 0/0 de glycérine ; elle est ensuite desséchée, puis conservée dans une enveloppe imperméable. Peu de temps avant de l'utiliser, on la passe dans une solution phéniquée à 3 0/0, ou dans une solution de sublimé à 1 0/00.

III. — CRINS DE FLORENCE

Le crin de Florence, que l'on considère à tort comme l'intestin du ver à soie, est encore appelé *mord-à-pêche* ou *fil de Florence;* il provient des glandes séricigères des vers à soie.

Lorsque certains de ces vers, au lieu de filer régulièrement leur cocon, se raccourcissent et ne donnent pas aux deux fils, sortant des deux glandes, une torsion suffisante, on les destine à la fabrication du crin de Florence.

Ces vers sont alors plongés, dans le but de durcir les glandes, dans du vinaigre où on les laisse séjourner pendant deux ou trois jours, puis ces dernières sont extraites et on étire le fil visqueux qui s'en échappe. En présence de l'air, ce fil se concrète, se dessèche et on obtient les fils de Florence employés par les pêcheurs à la ligne pour attacher leurs hameçons. Ces fils se trouvent alors dans le commerce par paquets de 10 ou de 100, groupés suivant leur grosseur.

Le crin de Florence est utilisé en chirurgie comme agent de suture non résorbable ; il est généralement destiné aux sutures superficielles. Certains chirurgiens étrangers, néanmoins, emploient systématiquement le crin de Florence, à l'exclusion de toute autre espèce de fil, pour toutes les sutures ou ligatures perdues.

Le diamètre de ce fil varie de 10 centièmes de millimètre à un demi-millimètre; leur surface est ordinairement très lisse et égale.

Le crin de Florence est un fil peu souple, aussi ne faut-il pas l'enrouler sur des bobines, ni même le disposer sur des cadres de verre.

Avant de procéder à sa stérilisation, on le met séjourner pendant quelque temps dans l'éther pour le dégraisser. Puis on rassemble 10 à 20 fils, et on les dispose suivant leur longueur, qui est de 25 à 30 centimètres, dans de longs flacons étroits bouchés à l'émeri, avec une solution phéniquée à 25 0/00 légèrement glycérinée. Pour que ces flacons n'aient pas une dimension trop grande, on peut, au besoin, replier une fois les fils par leur milieu. On porte ensuite à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes à une demi-heure, après avoir bien assujetti le bouchon à émeri au moyen d'un capuchon de parchemin.

On peut remplacer les flacons par un tube de verre que l'on scelle à la lampe.

M. Leune a construit, pour la stérilisation des crins de Florence, des tubes à fond rond en verre vert mince spécial (*fig.* 43), munis d'une fermeture automatique formée d'un bouchon de porcelaine garni d'une rondelle de caoutchouc s'appuyant exactement sur le goulot du flacon au moyen d'un levier métallique constitué par un fil de cuivre nickelé.

Les crins de Florence sont placés dans le tube en ayant soin de rabattre seulement le bouchon sur

l'ouverture sans aucune pression, et l'anneau du levier engagé sur le bec du bouchon de porcelaine. On porte à l'autoclave. La stérilisation terminée, l'autoclave est ouvert et on ferme immédiatement le tube en appuyant de haut en bas sur le levier de la garniture.



Fig. 43. — Tube de M. Leune pour stérilisation des crins de Florence.

En raison de leur aspect diaphane et pour faciliter au chirurgien la recherche des sutures faites sur la peau, on a l'habitude de colorer les crins de Florence par une macération préalable d'une heure ou deux dans des solutions colorées, suivie d'un lavage à l'eau courante.

En chirurgie, on emploie généralement trois grosseurs de crins : les gros, les moyens et les fins, et on adapte, pour chacune de ces grosseurs, une teinte déterminée. Ainsi on colore, par exemple, les gros fils en violet par une solution de violet de méthyle, les moyens en orangé par une solution d'aurantia ou de gold-orange, les fins en rouge par de la fuschine.

Depuis longtemps déjà, M. Barthe prépare, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, des crins de Florence qui sont colorés avant leur stérilisation. Les fils les plus gros sont colorés en vert

au moyen du vert d'aniline; les moyens, employés couramment, en rouge par le rouge d'aniline, et les fins en bleu obtenu avec le bleu de méthylène. Ces fils sont immergés dans de longs tubes renfermant une solution d'eau phéniquée à 5 0/0, et sont portés à l'autoclave à 120° pendant une heure. Un bouchon de liège ou de caoutchouc, préalablement stérilisé, ferme chaque tube qui est recouvert de baudruche.

IV. — FIL DE LIN

Certains chirurgiens emploient, comme fil à ligature et à suture, le fil de lin, appelé aussi fil d'Alsace, dont on se sert pour les machines à coudre. Ce fil, qu'il est facile de se procurer, a l'avantage d'être très solide et de se stériliser facilement ; il est, en outre, bon marché.

Le fil de lin, contrairement au fil de coton, supporte très bien l'ébullition.

En pharmacie, on peut présenter les fils de lin, comme les fils de soie, dans des tubes scellés ou dans des tubes fermés par un bouchon de caoutchouc recouvert de baudruche ou de parchemin.

Avant d'opérer la stérilisation, le fil est lavé à l'éther, puis il est enroulé sur des bobines en verre que l'on enferme dans des tubes soit à sec, soit avec de l'eau stérilisée, ou une solution phéniquée à 25 0/00, et on stérilise dans l'autoclave à la tem-

pérature de 120°, que l'on maintient pendant une demi-heure.

La chirurgie emploie généralement les grosseurs qui correspondent aux numéros 40, 60 et 90 de l'industrie linière.

CHAPITRE XII

STÉRILISATION DES DRAINS

Les drains sont des tubes en caoutchouc rouge, très élastiques, souples, employés pour le drainage des plaies.

Leur stérilisation s'effectue facilement par un séjour d'une heure à l'autoclave à 120°.

M. Barthe opère cette aseptisation en plaçant les drains dans de longs tubes en verre, contenant une solution d'eau phéniquée à 5 0/0, que l'on obture avec un tampon de coton et autoclavant comme nous venons de le dire. Ces tubes sont ensuite fermés par un bouchon de liège ou de caoutchouc préalablement stérilisé, que l'on recouvre de baudruche. Il est préférable de mettre seulement un drain dans chaque tube.

Lorsqu'on veut conserver les drains dans une solution de sublimé, il est de toute nécessité de leur enlever l'excès de soufre provenant de la vulcanisation du caoutchouc. Pour cela, on plonge les drains dans une solution chaude de permanganate de potasse à 5 grammes pour 1.000, qui oxyde le soufre en excès. On les décolore ensuite par une

solution étendue de bisulfite de soude, on les lave à l'eau, on les brosse et finalement on les. autoclave.

L'action du permanganate de potasse est un peu trop énergique et tend à faire fendiller le caoutchouc ; aussi certains auteurs préfèrent-ils mettre les drains, pendant deux heures, dans une solution diluée de soude à 1 0/0 et portée à la température de 80°. On lave à l'eau courante et on procède, après ce traitement, à leur aseptisation.

En chirurgie, on emploie quelquefois aussi des drains rigides en caoutchouc durci qui ne peuvent guère être aseptisés par la chaleur. On a alors recours pour ces instruments aux procédés de stérilisation que nous décrirons à propos des sondes et des bougies.

CHAPITRE XIII

STÉRILISATION DES LAMINAIRES

La laminaire, employée en chirurgie, est le pseudo-pétiole de la Laminaire digitée (*Laminaria digitata*). Cette tige sextuple de volume lorsque, après avoir été desséchée, elle est mise au contact des liquides aqueux.

Pour l'usage chirurgical, les laminaires sont tournées, et leur diamètre varie depuis 2 à 3 millimètres à 1 centimètre de diamètre ; on a soin d'arrondir leurs deux extrémités, dont l'une porte un fil de soie pour pouvoir les retirer plus facilement ; elles sont surtout utilisées pour la dilatation des trajets fistuleux ou du col utérin ; elles doivent alors être complètement aseptiques.

Cette stérilisation s'effectue surtout par le chauffage en présence des vapeurs d'alcool absolu à 120°, c'est-à-dire qu'on leur applique le procédé de Répin pour le catgut. A cet effet, les laminaires lentement desséchées sont introduites, avec de l'alcool absolu, dans des tubes à essai résistants, on scelle à la lampe et on chauffe à l'autoclave à 120° pendant vingt minutes.

Certains auteurs stérilisent seulement la laminaire desséchée en la laissant séjourner dans des flacons en verre jaune, remplis d'une solution éthérée d'iodoforme faite à saturation et additionnée d'un dixième d'alcool. On la conserve dans le flacon même au sein de cette solution.

CHAPITRE XIV

STÉRILISATION DES SONDES ET DES BOUGIES

M. le professeur Guyon et ses élèves ont surabondamment démontré la nécessité de pratiquer le cathétérisme des voies urinaires avec des instruments aseptiques. Aussi doit-on chercher à obtenir, pour les sondes et les bougies, une stérilisation aussi parfaite que possible.

Les sondes métalliques peuvent facilement être stérilisées soit par la chaleur sèche, soit par la chaleur humide.

Il n'en est plus de même des sondes en gomme polie, ou en caoutchouc rouge, que la chaleur détériore facilement.

Les sondes en caoutchouc rouge, dites sondes de Nélaton, peuvent subir une ébullition suffisamment prolongée pour qu'on puisse réaliser non pas une asepsie absolue, mais généralement suffisante dans la pratique; elles peuvent, en outre, être plongées dans des solutions antiseptiques, le sublimé au millième par exemple, sans se détériorer.

La stérilisation des sondes en gomme polie est plus difficile; elles sont ordinairement recouvertes

d'un vernis qui se fendille sous l'action de la chaleur. Plongée dans une solution aqueuse antiseptique (sublimé, biiodure de mercure, acide phénique, etc.), la surface de la sonde devient rugueuse, elle se ternit et perd de sa rigidité.

M. Poncet, de Lyon, aseptise les sondes à l'étuve chauffée à 120°, où il prétend qu'elles peuvent séjourner même pendant plusieurs heures, et il les conserve dans du talc et de l'acide borique pulvérisé préalablement portés à température élevée, de manière à détruire tous les germes. Les sondes, suivant cet auteur, se conserveraient très bien sans qu'ils deviennent rugueuses, comme lorsqu'on les immerge dans une solution antiseptique.

Dans ces dernières années, les fabricants se sont efforcés de perfectionner la composition de ces instruments, qui sont souvent maintenant enduits d'un vernis à la gutta-percha ou au caoutchouc, permettant à ces sondes de supporter plusieurs fois l'action de l'eau bouillante.

Néanmoins l'action de la chaleur, plusieurs fois renouvelée, met bientôt la plupart des sondes hors de service. Aussi a-t-on cherché à les rendre stériles par d'autres procédés.

A l'hôpital Necker, M. Guyon a fait construire un appareil pour désinfecter les sondes en gomme et en caoutchouc par l'acide sulfureux.

Cet appareil se compose d'un flacon producteur d'anhydride sulfureux résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur du bisulfite de soude.

Les sondes, préalablement lavées à l'intérieur et à l'extérieur par une solution de biiodure de mercure à 1/5000 et bien séchées, sont placées dans de longs tubes ouverts à une extrémité. Ces derniers sont introduits dans un grand flacon à large ouverture bouché à l'émeri et portant une tubulure latérale par où pénètrent les vapeurs d'anhydride sulfureux ; une autre tubulure latérale sert au départ de l'air chassé. Les sondes restent en contact des vapeurs d'acide sulfureux pendant trois heures.

M. Janet se sert d'un petit appareil formé d'une grande éprouvette de verre d'une contenance de 3^{lit},250, hermétiquement fermée par un couvercle métallique garni de deux tubulures : l'une pour l'arrivée du gaz, l'autre pour son dégagement à l'extérieur. Au moyen d'un syphon à anhydride sulfureux liquide, on remplit l'éprouvette de gaz presque pur, on laisse séjourner les sondes dans cet atmosphère pendant vingt-quatre heures.

Cette désinfection à l'anhydride sulfureux a été employée dans les services d'hôpitaux, pendant quelques années, jusqu'au jour où l'on découvrit les propriétés antiseptiques de l'aldéhyde formique.

A la suite d'expériences entreprises dans le service de M. Guyon, M. Janet a proposé de stériliser les sondes de Nélaton, les sondes à béquilles, les sondes coniques olivaires par le formol, en employant soit la solution commerciale de formol, soit son polymère, le trioxyméthylène.

Le formol est supérieur à l'acide sulfureux pour

la stérilisation des sondes ; il est plus efficace, plus rapide, plus maniable, et surtout il altère beaucoup moins les sondes.

Le trioxyméthylène est supérieur au formol parce qu'il agit à sec, ce qui évite le ramollissement des sondes, et parce qu'il n'a pas besoin d'être renouvelé ; mais son action est moins rapide.

L'appareil que recommande M. Janet se compose d'une boîte rectangulaire métallique allongée, de 42 centimètres de long sur 7 centimètres de haut et de large, montée sur quatre pieds ; elle est fermée au niveau d'un de ses petits côtés par une simple petite capote de caoutchouc. A son intérieur, cette boîte porte deux plaques métalliques perforées : la supérieure est mobile, l'inférieure est fixe, toutes deux sont destinées à recevoir les sondes. Au dessous se trouve un bac métallique plat mobile, dans lequel on étend une lame de coton hydrophile que l'on recouvre d'une mince couche de trioxyméthylène.

Avant de placer les sondes dans cet appareil, il faut les laver soigneusement *intus* et *extra*, puis les laisser égoutter et les sécher aussi complètement que possible. Ensuite on les laisse séjourner pendant vingt-quatre heures dans la boîte fermée. Les sondes les plus fines doivent y rester au moins quarante-huit heures.

Autant que possible l'appareil doit être conservé dans une chambre, chauffée au moins à 15°, pour favoriser la dissociation du trioxyméthylène et le dégagement de l'aldéhyde formique.

Les sondes, au sortir du stérilisateur, doivent, avant leur usage, être frottées extérieurement avec du coton aseptique imbibé d'eau stérilisée ou d'eau boriquée stérile pour enlever l'excès de formol.

MM. Bazy et Claisse ont également recours au formol pour aseptiser leurs sondes qu'ils placent dans des éprouvettes en verre. Le fond de ce vase est garni d'un gros tampon d'ouate hydrophile fortement imbibé de la solution de formol à 40 0/0, on met les sondes et, au dessus, un double de gaze sèche et on ferme l'éprouvette.

Le pharmacien pourra toujours avoir, dans son officine, des sondes aseptiques en faisant tout simplement construire par un ferblantier une caisse rectangulaire à double fond grillagé, et divisée longitudinalement par plusieurs compartiments destinés à recevoir les différents calibres de sondes. Sur le fond même de la caisse, ou dans de petites capsules reposant sur ce fond, on met environ 1 à 2 grammes de trioxyméthylène par vingt sondes, et on ferme la caisse. Les sondes se conservent ainsi facilement stérilisées.

Il existe aussi dans le commerce des tubes en verre de 40 à 45 centimètres de longueur pouvant contenir une, deux, trois sondes et plus.

Ces tubes sont fermés par un bouchon de caoutchouc et on dispose au fond de ces tubes du trioxyméthylène. Au bout de vingt-quatre heures pour les sondes ordinaires, et de quarante-huit heures pour les sondes fines, on obtient une stérilisation complète.

L'emploi du formol pour l'aseptisation des sondes est surtout mis en pratique en France. A l'étranger, ce procédé a généralement peu de partisans et nous donnons quelques-unes des méthodes qui sont alors utilisées.

M. A. Freundenberg prétend que toutes les sondes en gomme et en caoutchouc, soumises à un courant de vapeur d'eau à 100° pendant trois quarts d'heure, sont absolument aseptiques et que ce chauffage est toujours bien toléré par toutes les bonnes marques, si on a la précaution d'observer premièrement que les sondes ne se touchent pas l'une l'autre, et ensuite qu'elles soient enlevées du stérilisateur immédiatement après la fin de la stérilisation.

Pour réaliser la première condition, il est bon d'envelopper les sondes isolément dans du linge, ou mieux dans du papier filtré où l'on mentionne le numéro de la sonde. Les sondes sont ensuite conservées dans des boîtes métalliques.

Plusieurs auteurs, comme MM. Hermann, Cotton, préconisent la stérilisation des sondes par immersion, pendant trois à cinq minutes, dans une solution saturée de sulfate d'ammoniaque portée à l'ébullition ; ces instruments supportent sans dommages ce traitement. Nous rappelons que déjà M. Elsberg avait proposé l'emploi d'une solution de sulfate d'ammoniaque pour aseptiser le catgut, se basant sur ce fait que ce sel insolubilise les matières albuminoïdes et, par suite, annihile l'activité protoplasmique des bactéries.

Enfin M. Miskhailoff critique à la fois le procédé

au formol qui ramollit la surface lisse et vernie des sondes, et celui au sulfate d'ammoniaque qui rend les cathéters rugueux, durs et fragiles. Aussi recommande-t-il, comme M. Freundenberg, l'aseptisation par un séjour de trois quarts d'heure dans un courant de vapeur d'eau à 100°.

En résumé, nous estimons que le procédé au formol d'un usage courant est celui qui devra être adopté par le pharmacien.

Si le praticien était pris au dépourvu et qu'il n'ait pas le temps suffisant, c'est-à-dire vingt-quatre ou quarante-huit heures, pour procéder à cette aseptisation, il pourra exceptionnellement stériliser les sondes, demandées d'urgence, par un courant de vapeur d'eau à 100°.

Pour cela, les sondes seront placées dans un tube ouvert à ses extrémités garnies chacune seulement par un tampon de coton hydrophile. Le tube sera mis dans l'autoclave, et on chauffera pendant une demi-heure à l'ébullition en ayant soin de laisser ouvert le robinet d'échappement de vapeur de façon à ne pas dépasser la température de 100°.

Toutes les considérations que nous venons de développer au sujet des sondes s'adressent également aux bougies en caoutchouc et en gomme, et, pour ces instruments, on peut appliquer exactement tous les procédés indiqués en faisant les mêmes observations pour les avantages et les inconvénients que chacun d'eux présente.

CHAPITRE XV

VÉRIFICATION DE L'ÉTAT ASEPTIQUE DES FILS A LIGATURES ET DES OBJETS DE PANSEMENT

On s'assure de l'état aseptique des fils à ligatures et des objets de pansement par l'épreuve baetériologique, dont voiei le prineipe :

On prélève, avee les préeautions néeessaires pour éviter toute eontamination extérieure, un échantillon du fil à ligature ou de l'objet de pansement en se servant de pinees et de eiseaux flambés. Cet éehantillon prélevé est ensuite plongé dans un bouillon de eulture stérile. Si, après incubation, on perçoit un trouble du bouillon, e'est que l'éehantillon n'est pas aseptique.

Il faut donc, tout d'abord, préparer des tubes de bouillon de culture stériles.

A eet égard, nous engageons le pharmacien à avoir toujours, dans son officine, une eertaine provision de ees tubes de bouillon non seulement pour vérifier l'état aseptique des pansements, mais aussi répondre aux besoins du médeein pour les eas où eelui-ci voudrait examiner un liquide au point de vue bae-

tériologique ou, plus simplement, s'assurer si un liquide organique quelconque est stérile ou non.

Le bouillon de culture le plus fréquemment employé est le bouillon de bœuf ou de veau additionné de peptone. Pour le préparer, on prend 500 grammes de viande de bœuf ou de veau, débarrassée des os, de la graisse, des tendons, aponévroses, etc. ; on la hache très finement.

La pulpe obtenue est mise à macérer, à froid et pendant vingt-quatre heures, dans 1 litre d'eau distillée déjà stérilisée. Au bout de ce temps, on jette le tout sur un linge mouillé et on exprime. On complète le volume à 1.000 centimètres cubes avec de l'eau distillée.

Dans le macéré aqueux, on ajoute 10 grammes de chlorure de sodium, 20 grammes de peptone sèche et 1 gramme de phosphate disodique ou de phosphate de potasse.

Le mélange est soumis ensuite à une ébullition d'une demi-heure ; on écume, on dégraisse et on filtre sur papier Chardin préalablement humecté d'eau.

Le bouillon filtré est franchement acide : on le neutralise par addition, goutte à goutte, d'une solution de carbonate de soude ; une légère alcalinité ne présente, du reste, aucun inconvénient. Si, après saturation, le liquide se trouble, on le filtre à nouveau.

Le bouillon limpide est alors versé dans un matras stérile que l'on bouche avec un tampon d'ouate

et on stérilise à l'autoclave à 120° pendant vingt à trente minutes.

Pour transvaser ensuite le liquide dans les tubes à essai, passés au four à flamber, on se sert de la pipette Chamberland (*fig. 44*) stérilisée, garnie d'un tampon de coton à sa large tubulure et scellée de l'autre. On brise la pointe fermée que l'on flambe,



Fig. 44. — Pipette de Chamberland.

puis on plonge cette tubulure dans le bouillon et on aspire. Le liquide est ensuite réparti dans les tubes à essai, tenus aussi inclinés que possible pour éviter toute contamination par l'air pendant cette opération.

Les tubes sont obturés par un tampon d'ouate après avoir été flambés à leur extrémité supérieure. Pour être certain qu'il n'y a pas eu de contamination pendant cette répartition, on fera bien d'autoclaver les tubes encore pendant dix minutes à 120°, après

avoir protégé le bouchon d'ouate par un capuchon de papier ou de caoutchouc.

On s'assure de la stérilité des tubes de bouillon ainsi préparés en les exposant, pendant vingt-quatre ou trente-six heures, dans l'étuve à incubation portée à la température de 37 à 38°.

Les tubes restés limpides peuvent seuls être considérés comme stériles.

Au lieu du bouillon de bœuf ou de veau, on emploie souvent aussi, comme milieu de culture liquide, la solution suivante :

Gélatine blanche............	2 gr.
Peptone sèche...............	1 —
Chlorure de sodium.........	0,50 centigr.
Eau distillée.................	100 gr.

On alcalinise nettement au moyen d'une solution de carbonate de soude.

On filtre, on stérilise et on répartit ensuite le liquide, comme précédemment, dans des tubes à essai.

Les tubes à culture étant prêts, on peut alors procéder à l'épreuve bactériologique d'un fil à ligature ou d'un pansement.

On prélève, avec des pinces et des ciseaux flambés, un échantillon de l'objet à éprouver au point de vue de son asepticité. L'échantillon est tenu dans la pince au moyen de la main gauche ; d'autre part, on saisit, de la main droite, un tube à bouillon

dont on flambe la partie supérieure à la flamme d'un bec Bunsen ; le tube est débouché par les doigts de la main gauche restés libres, et on introduit dans le bouillon la partie prélevée du fil ou du pansement. On remet sur le tube le tampon de coton, on flambe à nouveau la partie supérieure du tube que l'on met ensuite dans une étuve à incubation chauffée à 37°.

Si, au bout de vingt-quatre ou de quarante-huit heures, le tube de bouillon ne s'est pas troublé, il y a des probabilités pour que l'échantillon prélevé soit stérile. Nous disons « des probabilités », car il peut arriver que certains fils à ligatures non aseptiques ne produisent pas de cultures dans le bouillon.

C'est ainsi que MM. Hallion et Carrion ont remarqué que les catguts, plongés dans un premier bouillon où on les laissait séjourner, ne produisaient pas de cultures, tandis qu'ils troublaient un second bouillon où on les avait ensuite transportés. Ce résultat tenait à ce fait que les brins de catgut ensemencés étaient imprégnés d'une substance antiseptique, qui s'opposait au développement des microbes dans le premier liquide de culture où ils avaient subi une sorte de lavage, et où ils s'étaient débarrassés du sublimé dont ils étaient imprégnés. Aussi leur transport dans un second bouillon amenait-il une culture, indice de contamination.

Nous conseillons donc, lors d'une épreuve bactériologique d'un objet de pansement et surtout d'un fil à ligature dont on ne connaît pas la composition du

liquide conservateur, de laver le prélèvement dans de l'eau stérilisée. On le laisse macérer dans cette eau stérile, pendant quelques heures, à la température de 25 à 30°, pour enlever toute substance antiseptique, et c'est ensuite qu'on procéde à l'épreuve bactériologique.

Si, dans ces conditions, le bouillon reste stérile après un séjour d'environ quarante-huit heures dans une étuve chauffée à 37-38°, on est assuré de l'asepticité de l'objet éprouvé.

CHAPITRE XVI

STÉRILISATION DU LAIT

Sans insister d'une façon spéciale sur l'importance du lait de vache comme aliment considéré au point de vue général, nous devons néanmoins faire ressortir le rôle considérable que ce liquide remplit dans l'allaitement mixte ou l'allaitement artificiel des nouveau-nés.

Le lait, destiné à être introduit dans l'estomac du jeune enfant, doit non seulement être pur au point de vue chimique, mais il doit encore et surtout être privé des germes qui sont susceptibles de le souiller, des produits plus ou moins complexes résultant des diverses fermentations qui peuvent se produire dans ce liquide altéré, et qui sont le plus souvent la cause des maladies du tube digestif du nouveau-né.

Or, on ne doit pas oublier que ce liquide naturel est le véhicule de nombreux microbes et qu'il peut être l'agent de transport de certaines maladies contagieuses : il peut renfermer, en particulier, le bacille de la tuberculose, et, comme nous allons le voir dans un instant, bien d'autres microbes pathogènes lorsqu'il provient de vaches malades.

Le lait subit, en outre, de nombreuses contaminations par suite de transvasements répétés au contact de l'air, de son séjour dans des vases malpropres, et aussi d'une traite faite souvent dans des conditions de propreté douteuse.

Les microbes que l'on trouve dans le lait vendu sur les voies publiques sont donc très nombreux et, si on considère que le lait, en raison de sa composition, est un véritable bouillon de culture, qu'il renferme des substances hydrocarbonées, azotées, minérales avec un degré d'alcalinité favorable, on ne sera pas étonné que les microorganismes y trouvent toutes les conditions nécessaires pour y pulluler.

C'est ainsi que Bitter a trouvé, dans des échantillons de lait, un nombre considérable de bactéries, jusqu'à 250.000 par millimètre cube. D'autre part, M. Miquel a montré combien le développement des microbes était rapide dans le lait abandonné à lui-même.

Ainsi, dans une expérience, un lait contenait, deux heures après la traite, 9.000 bactéries par centimètre cube ; sept heures plus tard, il en renfermait 60.000 et, au bout de vingt-cinq heures, leur nombre était de 5.600.000 !!

Les ferments figurés que l'on rencontre dans le lait sont tout d'abord le *ferment lactique* de Pasteur, qui transforme une partie du sucre de lait en acide lactique, cet acide produit détermine ensuite la coagulation du lait ; le *Bacillus acidi lactici*, décrit par

Hueppe, qui, morphologiquement, est différent du ferment lactique précédent, mais dont l'action biochimique est identique.

A côté de la fermentation lactique et consécutivement, il peut s'établir, dans le lait coagulé, une fermentation butyrique sous l'influence du *Bacillus butyricus*, qui est le type d'une fermentation anaérobie.

M. Duclaux a découvert également dans le lait divers *Tyrothrix*, ferments aérobies qui peptonifient la caséine et qui donnent naissance aussi à divers produits tels que la tyrosine, la leucine, l'acide propionique, l'acide valérianique. Ce même processus biochimique prend naissance par l'action d'autres microbes découverts aussi dans le lait, comme le *Bacillus subtilis*, le *Bacillus mesentericus vulgatus*.

Le lait renferme aussi le bacille de la diarrhée verte : le *Bacterium coli commune* qui secrète une diastase amenant la fermentation lactique du lactose et qui détermine des diarrhées infectieuses.

On rencontre quelquefois des bactéries chromogènes qui colorent le lait en bleu, en jaune ou en rouge ; des bacilles aérobies et anaérobies, sporulés ou non, qui rendent les laits filants, amers ; enfin des levures du genre *Saccharomyces* ou *Penicillium*.

Tous ces microbes saprophytes proviennent de l'air, du pis de la vache souvent souillé par la litière et les matières fécales, par les mains de la personne qui fait la traite, de l'eau qui a servi au

lavage des récipients et, il faut bien le dire, de l'eau qui peut être employée pour le mouillage.

Ces germes saprophytes, s'ils ne sont pas pathogènes par eux-mêmes, ne sont néanmoins pas sans danger, et il est démontré que la présence des acides butyrique et acétique entre pour une grande part dans l'éclosion des phénomènes des gastro-entérites, de la diarrhée verte des jeunes enfants, sans compter les accidents toxiques qui peuvent résulter de l'ingestion de certaines toxines produites secondairement dans ces diverses fermentations acides.

À côté de ces saprophytes, le lait peut renfermer des microbes pathogènes, et il devient alors l'agent de transmission de certaines maladies contagieuses, au premier rang desquelles il faut citer la tuberculose.

Les expériences, entreprises dans ces dernières années, semblent bien prouver que le lait de vaches tuberculeuses est susceptible de contagionner l'homme et, en particulier, l'enfant.

Le lait provenant de vaches atteintes de la cocotte (fièvre aphteuse), absorbé sans avoir été stérilisé, donne de la fièvre, de l'insomnie, des vomissements, des coliques, des rougeurs, des aphtes sur la muqueuse de la bouche et du nez (Duclaux).

On peut aussi rencontrer dans le lait les microorganismes de la suppuration, des *streptocoques* et des *staphylocoques*, surtout lorsque les vaches présentent des abcès du pis.

Enfin le lait peut être contaminé par des bacilles

amenés de l'extérieur (fumier, eau, air), tels que celui de la diphtérie, de la pneumonie, de la fièvre typhoïde.

Flugge a signalé également des bacilles pathogènes peptonifiants qui provoquent chez les nourrissons, des accidents cholériformes; les spores de ces bacilles résistent à une température de 100°.

Cette énumération, encore incomplète, des différents germes que l'on peut rencontrer dans le lait, suffit à montrer que les laits altérés par les micro-organismes saprophytes peuvent amener des désordres graves, des accidents infectieux pour les enfants qui les consomment.

Ce liquide nourricier peut aussi, comme nous venons de le voir, être l'agent de transmission de certaines affections qui, souvent, sont d'autant plus graves que les microbes pathogènes qu'il renferme sont associés à d'autres microorganismes et, de cette association microbienne, il en résulte une toxicité plus grande ou une virulence plus intense.

En conséquence, on devra, en pratique, considérer comme dangereux tout lait livré à la consommation, dont on ne connaîtra ni l'origine, ni les conditions de la production, et il devra être soumis à l'action de la chaleur avant d'être consommé.

On a bien recommandé, il est vrai, pour obtenir un lait autant que possible exempt de germes, de pratiquer une traite aseptique sur des vaches dont on s'est assuré le bon état de santé, et qui ont été préalablement soumises à l'épreuve de la tubercu-

line. Mais, pour réaliser cette mulsion aseptique, il faut désinfecter les mamelons de la vache, aseptiser les vases qui doivent contenir le lait et il est indispensable que les mains de la personne qui effectue la traite soient aussi propres que possible.

Pour remplir toutes ces conditions, on se heurte, dans la pratique, il faut le reconnaître, à toute une série de difficultés qui rendent la traite aseptique difficilement réalisable.

Il ne nous reste plus, pour empêcher la fermentation du lait et pour détruire les microbes qu'il peut contenir, qu'à le soumettre à un traitement de stérilisation. On a proposé pour cela des *procédés mécaniques*, des *procédés physiques* et des *procédés chimiques*.

Les *procédés mécaniques* sont la filtration et la centrifugation.

La *filtration* serait, suivant Seibert, efficace si on a le soin de la pratiquer en faisant passer le lait sur du coton hydrophile stérilisé et au préalable humecté d'eau stérile. Il est difficile d'admettre que cette simple filtration, déjà peu pratique, suffise seule à priver le lait des microorganismes qu'il peut contenir.

Quant à la *centrifugation*, proposée par M. Hueppe, elle n'est guère efficace au point de vue de la stérilité, et elle a l'inconvénient de détruire l'émulsion et d'amener la séparation du beurre qui reste imprégné de tous les germes.

Parmi les *procédés physiques*, on a utilisé le refroidissement et même la congélation du lait.

Ces moyens ne peuvent être pratiqués que par la grande industrie, et ils assurent seulement la conservation pendant un temps plus long, mais ne détruisent nullement les germes qui, lorsque le lait est revenu à la température ordinaire, reprennent toute leur vitalité et leur activité physiologique.

La seule ressource qui reste pour purifier le lait est l'emploi de la chaleur.

Mais la température à la quelle il faut porter ce liquide pour le rendre stérile a l'inconvénient de détruire les ferments solubles qu'il contient normalement.

Ces ferments solubles ont des actions biochimiques diverses : les uns sont hydrolysants, les autres oxydants, et enfin il en existe d'autres dont les processus chimiques qu'ils engendrent sont encore mal connus.

Dans les ferments hydrolysants, il s'en trouve qui saponifient les matières grasses, qui dédoublent les éthers.

Parmi les ferments oxydants, les uns sont des ferments directs (oxydases proprement dites), les autres sont des ferments indirects (anaéroxydases) : les processus d'oxydation des uns et autres peuvent s'exercer sur divers composés.

Peut-être le lait contient-il aussi certains composés cytolytiques, des alexines, véritables ferments détruisant les microbes ou digérant les cellules étrangères.

Or la stérilisation faite à 100° et, *à fortiori*, à une

température supérieure supprime l'action de ces ferments solubles qui peuvent avoir une influence sur l'assimilation et les phénomènes de la nutrition.

La destruction de ces diastases, ainsi que diverses modifications qui résultent du surchauffage du lait et sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir plus loin, constitue pour certains cliniciens la cause de prétendus méfaits résultant de l'usage du lait stérilisé dans l'alimentation de la première enfance.

D'autres pédiâtres, au contraire, estiment que le lait surchauffé est l'aliment de choix du nouveau-né.

Nous nous garderons bien de prendre part à ces diverses discussions, nous bornant simplement à exposer les faits et voulant seulement donner, pour le pharmacien, le moyen de préparer, par les différents procédés et suivant les demandes qui lui seront faites, les laits stérilisés, pasteurisés ou les laits dits maternisés.

Dans l'emploi de la chaleur, on utilise soit l'ébullition simple, à l'air libre, soit la stérilisation au-dessus de 100° (surchauffage du lait), le chauffage discontinu ou méthode de Tyndall, et la pasteurisation.

Ébullition à l'air libre. — Un mot seulement de l'ébullition simple, qui est le procédé communément employé pour la conservation du lait.

On sait que si on porte sur le feu le lait contenu dans un vase quelconque, celui-ci « monte » tout d'abord avant de bouillir : ce n'est qu'après avoir

brisé la « frangipane », sorte de croûte légère formée de matières albuminoïdes coagulées, et qu'en continuant l'action de la chaleur qu'on arrive à provoquer l'ébullition du lait.

La température atteinte au moment où se produit ce phénomène physique est d'environ de 101°.

Cette ébullition, maintenue pendant trois ou quatre minutes, assure une plus longue conservation du lait, détruit les ferments lactiques et la plupart des bactéries pathogènes, mais elle ne supprime pas la vitalité de toutes les spores.

Ordinairement cette ébullition n'est faite, dans la plupart des ménages, que longtemps après la traite ; le lait peut renfermer déjà des substances toxiques formées ou sécrétées par les bactéries qui ont pullulé pendant le temps qui s'est écoulé entre la traite et le moment où l'on a procédé au chauffage.

L'ébullition est donc, au point de vue de la stérilisation du produit, un procédé insuffisant qui présente encore l'inconvénient, du fait de l'évaporation active à cette température, de concentrer le lait et enfin de le priver des gaz qu'il contient.

Chauffage à 100° au bain-marie et en vase clos. — Dans la stérilisation du lait, un premier progrès a été réalisé sur l'ébullition simple et à l'air libre, c'est le chauffage du lait en vase clos, au bain-marie et à la température de 100°.

En 1900, M. Escherich a présenté sa marmite à stérilisation du lait, qui se compose d'un récipient en porcelaine muni à sa partie inférieure d'un robi-

net permettant de tirer le liquide contenu. Le couvercle de cet appareil porte un tube, bouché avec un tampon de coton stérile, par où les vapeurs s'échappent pendant le chauffage et qui donne accès à l'air pendant le soutirage du lait. Cet air se filtre à travers le tampon de coton.

Pour stériliser le lait, on remplit le récipient de ce liquide aux deux tiers et on le met dans un bain-marie dont l'eau est portée à l'ébullition pendant une demi-heure. Après refroidissement, le lait peut être tiré par le robinet inférieur.

On reproche à cet appareil que l'ouate peut être une source de contamination au moment où le lait chauffé vient à *monter* et à le mouiller ; en outre, le liquide peut être pollué au niveau du robinet, chaque fois qu'on l'ouvre et qu'on le ferme.

L'appareil qu'a proposé M. Soxhlet, dès 1886, présente de véritables avantages, et il a déjà rendu à la puériculture des services considérables. Les modifications principales, apportées par cet auteur, sont tout d'abord le fractionnement du lait en petits flacons qui renferment juste la quantité nécessaire pour une tétée et le mode de fermeture de ces flacons.

Le dispositif de l'appareil de Soxhlet est le suivant :

1° Une marmite en tôle étamée dans laquelle pénètre un porte-flacon également en tôle étamée ; cette marmite est fermée par un couvercle ;

2° Les flacons à col évasé et soigneusement rodé,

remplis de lait aux deux tiers, sont bouchés par des disques en caoutchouc rouge recouverts eux-mêmes de capsules en métal pour empêcher ceux-ci de s'échapper pendant la stérilisation.

Quand on veut procéder à la stérilisation, la marmite est remplie d'eau aux trois quarts ; on y place le porte-flacon avec les bouteilles de lait bouchées, et on fait bouillir pendant quarante minutes.

Pendant le chauffage, le disque de caoutchouc se soulève sans quitter les bords du flacon, maintenu qu'il est par la capsule métallique. Par le refroidissement, la vapeur d'eau dans l'intérieur du flacon se condense, un vide partiel se produit, le disque de caoutchouc se déprime à son centre sous l'influence de la pression atmosphérique et adhère fortement sur le goulot du flacon.

Dans ces conditions, le lait se conserve dans un récipient hermétiquement clos et à l'abri de l'air. Tant que la dépression du disque de caoutchouc persiste, on est sûr que le lait n'est pas en contact avec l'atmosphère extérieure et qu'il n'est pas contaminé.

Le refroidissement étant complet, les flacons sont conservés à la cave jusqu'au moment du besoin : il suffit alors de remplacer le disque de caoutchouc par une tétine préalablement bouillie. Le flacon remplit alors l'office de biberon.

M. Budin, tout en reconnaissant combien l'appareil de Soxhlet est ingénieux, fait observer qu'il présente quelques inconvénients. Au bout de

quelques jours, le disque de caoutchouc s'élargit, glisse à frottement contre les parois de la capsule métallique; il n'est pas toujours d'aplomb sur le goulot quand on laisse refroidir les bouteilles. En outre, si le col est fêlé, s'il existe la moindre irrégularité du bord rodé, le disque ne forme plus fermeture hermétique et la stérilisation est impossible.

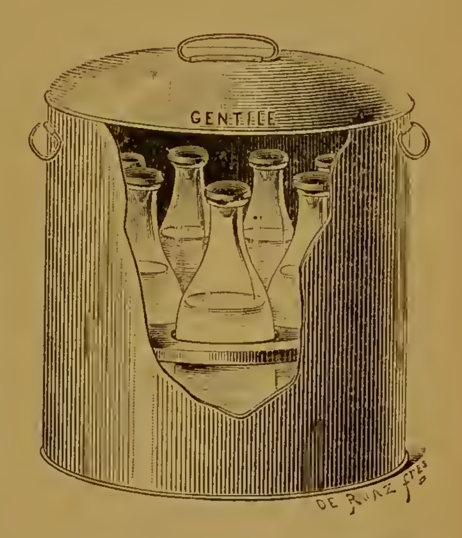


Fig. 45. — Appareil à stériliser le lait.

M. Gentile, sur les indications de M. Budin, a construit un stérilisateur qui, dérivé de l'appareil Soxhlet, en présente tous les avantages sans en avoir les inconvénients.

Cet appareil se compose d'un bain-marie en fer-blanc ou en tôle de fer étamée (*fig.* 45), qui peut être plus ou moins grand. Il contient suivant ses dimensions, un support pour 5, 10 ou 25 bouteilles, destiné à maintenir celles-ci isolées des parois du vase.

Les flacons employés, d'une contenance de 50, 100, 150 ou 200 grammes sont gradués par 25 grammes. Ils sont en verre blanc, d'une qualité telle qu'ils

supportent facilement le chauffage. Leur goulot est disposé pour recevoir une tétine.



Fig. 46. — Obturateur automatique.

Les flacons, dont le goulot offre une surface assez large et rodée à l'émeri, sont bouchés par des obturateurs automatiques, sorte de petits disques de caoutchouc rouge, munis sur leur face inférieure d'un appendice central qui a la forme d'une pyramide quadrangulaire (*fig.* 46 et 47).

Pour se servir de l'appareil, on verse dans chaque flacon la quantité de lait nécessaire pour une tétée, sans que cette quantité puisse dépasser le trait de division le plus élevé ; on place ensuite un obturateur sur le goulot.

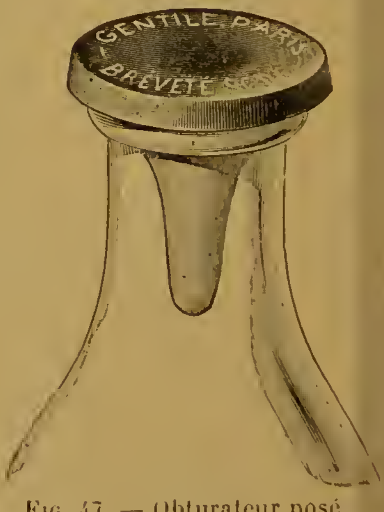


Fig. 47. — Obturateur posé sur un goulot du flacon.

Tous les flacons ainsi préparés, sont mis dans le porte-bouteilles, puis dans la marmite qui contient l'eau froide. Le niveau de l'eau doit affleurer à peu près celui du lait dans les flacons. La marmite est ensuite recouverte et portée sur un fourneau.

La température de l'eau s'élève progressivement jusqu'à l'ébullition, qu'on doit maintenir pendant quarante minutes. Cela fait, on enlève le couvercle, on sort le porte-flacon de l'eau bouillante, en ayant soin de ne pas toucher aux obturateurs et on laisse refroidir. On voit alors, dès que la température s'abaisse, les obturateurs s'appliquer fortement sur les goulots des petites bouteilles et se déprimer à leur centre. La dépression atteint son maximum lorsque les flacons sont froids (*fig.* 48). Elle résulte du vide produit par la condensation de la vapeur d'eau du lait qui, pendant l'ébullition, a chassé l'air contenu dans la partie supérieure des flacons.

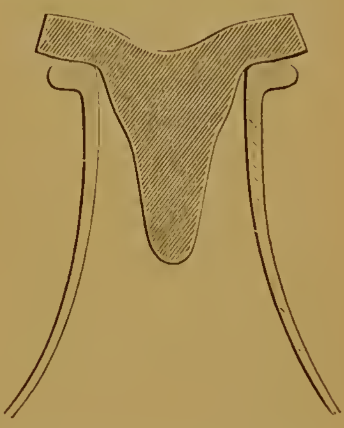


Fig. 48. — Coupe d'un obturateur déprimé sur un goulot de flacon.

L'obturateur est ainsi fixé par la pression atmosphérique.

Pour s'assurer que la stérilisation est bien faite, on doit constater, après le refroidissement des flacons, que le vide existe ; l'adhérence du disque sur le goulot et la dépression centrale de l'obturateur constituent déjà deux premières preuves. Une troisième est fournie par l'expérience du marteau d'eau. Pour cela, on renverse le flacon et, du coupant de la main, on frappe d'un coup sec sur le fond ; le

brusque déplacement du liquide doit rendre un son clair et net pendant que la main reçoit un contre-coup.

Lorsqu'on veut donner à l'enfant le lait nécessaire pour une tétée, on plonge une bouteille dans l'eau chaude de façon à tiédir son contenu. Le résultat obtenu, on soulève un des bords de l'obturateur. Ce dernier se détache, et l'air rentre dans le flacon en produisant un sifflement particulier. On adapte alors une tétine sur le goulot.

Lorsque le lait doit être transporté, il est nécessaire de bien maintenir l'obturateur afin qu'il ne se détache pas. Ce résultat est obtenu à l'aide d'une armature métallique sur laquelle sont fixées latéralement deux tiges droites d'abord recourbées, puis terminées en crochet à leur extrémité (*fig.* 49).



Fig. 49. — Armature métallique.

L'armature étant évidée en son centre, on peut toujours voir la dépression du caoutchouc.

Une ficelle ou un fil de laiton fixe l'appareil sur le goulot de la bouteille (*fig.* 50).

Un mot à propos du nettoyage des obturateurs : on les plonge dans de l'eau chaude et on les frotte fortement entre les doigts. On les laisse ensuite séjourner dans de l'eau bouillie froide et on les applique humides sur les flacons.

Les flacons bien nettoyés doivent, avant d'être remplis de lait, être également lavés à l'eau bouillie.

M. Hauchecorne, de Bolbec, au lieu d'employer le stérilisateur type Soxhlet par chauffage au moyen de l'eau, préconise un appareil assez simple chauffé par la vapeur d'eau. Celui-ci se compose de deux réservoirs cylindriques, d'inégale grandeur, reliés l'un à l'autre et communiquant entre eux par le fond mobile, percé de nombreux trous, du réservoir supérieur.

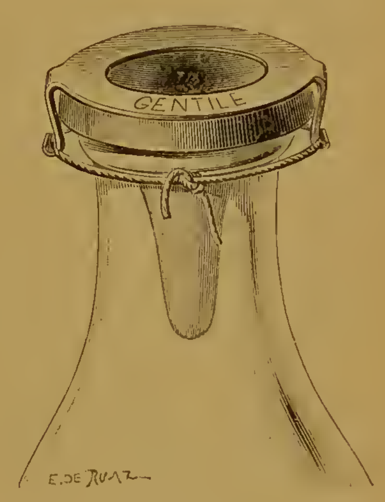


Fig. 50. — Flacon muni de l'obturateur et de l'armature métallique.

Ce disque perforé est destiné à supporter les flacons de lait et à les isoler de l'eau dont on remplit le réservoir inférieur d'une contenance d'un litre environ.

L'appareil est fermé par un couvercle presque hermétique présentant seulement en un de ses points un petit orifice muni d'un avertisseur. Le fonctionnement est le suivant :

L'eau contenue dans le réservoir inférieur est chauffée soit sur un fourneau de charbon, soit sur le gaz et portée à l'ébullition. Par les trous du disque séparant les deux réservoirs, la vapeur vient remplir le réservoir supérieur et, quand la pression est suffisante, elle s'échappe par l'orifice du couvercle muni de l'avertisseur.

D'après M. Hauchecorne, un chauffage de dix minutes suffit pour que le lait, même par les plus grandes chaleurs, se conserve plusieurs jours.

Nous ne voyons à cet appareil que l'avantage de n'avoir à faire chauffer qu'une petite quantité d'eau, et nous nous demandons si, pour un lait embouteillé, un séjour de dix minutes dans la vapeur à 100° est nécessaire pour donner la stérilisation non pas absolue, mais pratique, que l'on obtient avec l'appareil de Soxhlet.

Dispositif de M. Rodet. — M. Rodet reproche à tous les procédés, qui emploient le bouchage au caoutchouc, de communiquer au lait une odeur et une saveur désagréables, et il s'est préoccupé d'éviter cet inconvénient en cherchant à réaliser un système d'occlusion des flacons entièrement en verre qui, sans exiger une manipulation pendant le chauffage, assure cependant la conservation du lait en le mettant à l'abri des contaminations secondaires.

Comme il est impossible avec le verre seul de s'opposer à une certaine rentrée d'air pendant le refroidissement, il importe que cet air qui entre ne puisse pas porter jusqu'au lait les germes qu'il risque d'amener avec lui.

M. Rodet a songé alors au bouchage par un chapeau à l'émeri extérieur au col, ne laissant aucune autre communication avec le dehors que par la surface de contact entre lui et le col.

Cet auteur s'est assuré que si l'on chauffe un liquide dans un flacon muni d'un tel chapeau, à

condition que celui-ci soit simplement posé sans effort et les surfaces de contact étant humides, la dilatation de l'air et la tension de la vapeur font subir à ce chapeau une série de soulèvements qui permettent l'issue des gaz.

Se basant sur ces données, M. Rodet a fait construire un modèle de flacon disposé de la manière suivante :

Le col des flacons est muni d'un capuchon de verre A (*fig.* 51) qui entoure leur col et recouvre leur orifice.

Grâce à une forme toute particulière du col dont la partie supérieure B se rétrécit, le capuchon n'est en contact avec lui qu'à sa base, et circonscrit en haut une sorte de chambre circulaire CC.

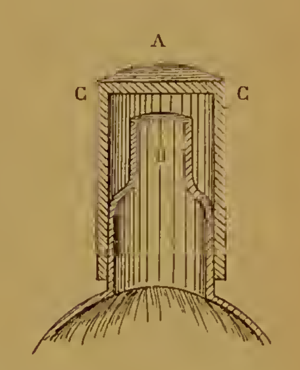


Fig. 51. — Dispositif de M. Rodet, pour le bouchage des flacons.

Pourvu que le capuchon contienne deux ou trois gouttes d'eau au moment où on le renverse sur le col du flacon et n'y soit pas pressé, les gaz et les vapeurs s'échappent facilement pendant le chauffage. Pendant le refroidissement, de l'eau de condensation se réunit à la partie inférieure de la chambre circulaire ; elle complète l'obturation, elle filtre l'air aspiré et retient les germes qu'il peut apporter.

Ce mode de bouchage a, sur l'emploi du caoutchouc, l'avantage de ne pas communiquer d'odeur au lait.

Il faut néanmoins reconnaître que cette odeur de caoutchouc, donnée au lait par l'usage des appareils de Soxhlet, de Budin-Gentile, est assez facilement acceptée par les nouveau-nés.

Dispositif Cazeneuve. — A la suite de ses recherches sur la conservation du lait, M. Cazeneuve a remarqué que, dans le lait désoxygéné et chauffé au bain-marie à une température de 98-100°, le ferment lactique est le plus souvent détruit et, dans tous les cas, il est toujours atténué, alors qu'il faut, pour le lait ordinaire, une chauffe à 110° pour le tuer.

Cette destruction du ferment lactique à cette température dans le lait désoxygéné s'explique par ce fait que ce microorganisme est très aérobie. Nous avons précédemment insisté sur l'importance que présente l'existence de ce ferment dans le lait relativement à l'étiologie du choléra infantile des nouveau-nés. Aussi devons-nous accorder une attention particulière au dispositif préconisé par M. Cazeneuve, et nous croyons devoir, en raison de son utilité, décrire complètement l'outillage et le mode opératoire spéciaux qui permettent une désoxygénation complète du lait et du récipient et assurent la stérilisation et la fermeture :

« Le lait est enfermé dans des flacons F en verre mince de 400 centimètres cubes de capacité (*fig.* 52), dont le goulot se termine par une enflure spiroïdale (*fig.* 53), permettant de fixer par un vissage un anneau de fer-blanc D (*fig.* 52 et 54).

Les flacons sont emplis jusqu'à la naissance du

goulot à 3 centimètres environ de la spire de verre. Une capsule d'étain pur C (*fig.* 54) est appliquée sur l'orifice du goulot qu'elle encapuchonne soigneusement. Cette capsule est munie en son centre d'un petit cône percé d'un pertuis d'un demi-millimètre environ. Son rebord plat repose sur une rondelle de caoutchouc B (*fig.* 54), supportée elle-même par un

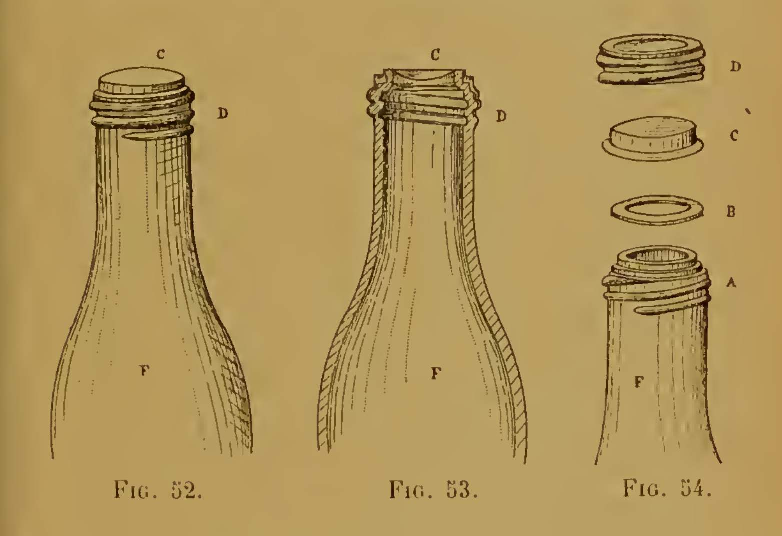


Fig. 52. Fig. 53. Fig. 54.

méplat figuré à l'extrémité du goulot, immédiatement au-dessous de la spire. On fixe solidement cette capsule en introduisant l'anneau, qui, par le vissage, exerce une forte pression sur le rebord aplati.

« Grâce au caoutchouc, la fermeture est hermétique. Reste libre le petit orifice du cône de la capsule dont on va maintenant apprécier l'utilité.

« Le flacon, rempli de lait, est logé dans un panier métallique plongeant dans l'eau d'un bain-marie qu'on amène peu à peu à l'ébullition. L'eau doit recouvrir

de 1 centimètre environ les flacons qui sont immergés complètement.

Le bain-marie présente un couvercle à deux trous de 1 centimètre de diamètre environ, destinés l'un à recevoir un thermomètre, l'autre à l'échappement de la vapeur.

« L'eau ne peut pénétrer dans le lait par l'orifice presque capillaire du cône de la capsule, qui laisse s'échapper l'air bulle à bulle à mesure que la température s'élève.

« Dans le voisinage de 100°, le lait dégage l'acide carbonique de ses bicarbonates alcalins, lequel purifie le flacon de toute trace d'air atmosphérique. »

M. Cazeneuve a fait des essais qui lui ont démontré que 100 centimètres cubes de lait pouvaient donner jusqu'à 20 centimètres cubes d'acide carbonique.

« On maintient, pendant une heure, la pleine ébullition de l'eau qu'on note dès que le thermomètre indique une température stable, laquelle varie de 98° à 100° suivant la pression barométrique.

Au sein de l'eau bouillante, avec une pince à mors plats, spécialement construite pour éviter toute déchirure du métal, on aplatit par pression transversale le petit cône de la capsule d'étain, qui se trouve ainsi obturé.

On retire le flacon de l'eau. Un bon vide s'accuse par l'ébullition du lait pendant quelques instants au sortir du bain.

Par refroidissement, la capsule d'étain se déprime même sous l'action de la pression atmosphérique.

Quelque sécurité que donne la fermeture, il est bon de plonger, au sortir de l'eau, l'armature du flacon dans un bain de paraffine chauffée à 120°-130°. Après refroidissement complet, on paraffine à nouveau l'extrémité. Le vide, grâce à cet ensemble de précautions, est parfait et chaque flacon fait le marteau d'eau. »

M. Cazeneuve s'est assuré que le lait, chauffé dans les conditions ci-dessus décrites, absolument désoxygéné et mis à l'abri de l'air, peut se conserver indéfiniment. La destruction des microbes pathogènes n'est pas douteuse. Le ferment lactique y est sinon détruit, du moins très atténué, puisqu'il est très aérobie et qu'il ne peut se développer dans l'acide carbonique.

Ce lait, *cuit* à 98-100°, a des qualités digestives nutritives absolument démontrées par l'observation clinique et l'expérimentation. Il a aussi l'avantage, sur les laits autoclavés à 110-120°, de ne point jaunir et de ne point prendre un goût de brûlé ou de peptone si fréquemment rencontré dans les laits stérilisés à cette température.

Valeur du procédé de stérilisation par chauffage a 100° au bain-marie. — Le chauffage du lait, effectué dans ces conditions, surtout lorsqu'on emploie le procédé de Soxhlet, ne réalise pas l'aseptisation absolue. On obtient bien la destruction presque certaine des microbes pathogènes, mais leurs spores restent intactes et conservent toute leur

vitalité. Certaines bactéries saprophytes résistent également à ce mode de chauffage.

Le résultat de cette opération n'est donc pas une stérilisation *absolue*, mais une stérilisation *pratique* permettant de donner à l'enfant un lait exempt de dangers, si on a la précaution de ne pas attendre plus de vingt-quatre heures entre le moment où le lait a été chauffé et celui de la tétée.

Le temps de conservation de ces laits est assez restreint : ainsi, M. Marfan a observé que des laits, chauffés au bain-marie à 100°, se coagulent 9 fois sur 10 après un nombre de jours qui varie de 5 à 20. Par l'examen bactériologique, on décèle alors le *Bacillus mesentericus vulgatus* et le *Bacillus subtilis*. A ce moment le lait présente une odeur fétide et, quelquefois, une saveur amère qui, d'après Hueppe, serait due à la peptonisation d'une partie de la caséine par ces deux microorganismes peptonifiants.

Ces laits ainsi chauffés, bien que non stériles, rendent certainement de grands services en puériculture, mais encore faut-il que le chauffage s'exerce sur des laits immédiatement ou très peu de temps après la traite, et avant qu'ils aient été ensemencés et qu'ils ne soient souillés par les toxines élaborées par les microbes.

Nous devons ajouter que les observations que nous venons de faire, à propos, de la conservation des laits chauffés au bain-marie à 100°, ne s'adressent pas aux produits préparés par le procédé Cazeneuve qui, au point de vue de la stérilisation et

de sa conservation, semble donner toute garantie.

Les procédés de Soxhlet, de Budin-Gentile sont surtout des procédés domestiques effectués à domicile, alors que ceux de Rodet, de Cazeneuve constituent surtout des méthodes industrielles et qui, en raison des précautions particulières qu'elles nécessitent dans leur application, doivent être faites par le pharmacien.

Stérilisation au-dessus de 100° à l'autoclave, dite stérilisation industrielle. — D'après M. Marfan, le lait stérilisé à 100° au bain-marie présente les mêmes modifications physico-chimiques que les laits, autoclavés : la caséine est modifiée; sa coagulation par la présure donne un coagulum à flocons plus fins que dans le cas du lait crû, ce qui serait tout au moins une modification favorable ; quelquefois le lait, chauffé à 100°, a un goût de cuit ; l'émulsion est en partie détruite et le beurre se rassemble en globules plus ou moins gros.

Ces modifications sont donc les mêmes, peut-être à un degré un peu moindre, que celles que l'on observe dans les laits surchauffés, et sur lesquelles nous reviendrons plus loin d'une façon plus détaillée, avec cette différence que pour les laits simplement chauffés à 100°, la stérilisation n'est pas aussi complète qu'avec les laits autoclavés.

Il semble donc que la préférence doit être accordée aux laits stérilisés au-dessus de 100° et que, malgré certaines opinions contradictoires, l'ingestion de ces

laits constitue un bon allaitement artificiel pour les nouveau-nés.

Les laits soumis à la température de 105°, 108°, 110° et même 120° portent le nom de *laits industriels*. Ces laits sont généralement privés de tous les germes qu'ils peuvent contenir avec destruction de toutes les spores microbiennes. Ces laits sont vraiment stériles quand aucune culture ne peut plus s'y développer.

Cette stérilisation doit s'effectuer sur le lait immédiatement après la traite, de façon à ce que les microbes, qui ont pu le souiller pendant la mulsion, ne puissent y pulluler, ni sécréter de produits toxiques.

Cette opération peut se faire en mettant le lait dans des flacons assez résistants que l'on remplit aux trois quarts, on les bouche comme une limonade avec un bouchon de liège assujetti avec de la ficelle. Les bouteilles sont ensuite plongées, presque à la naissance du col, dans un bain-marie contenant une solution saturée de sel marin, que l'on chauffe doucement jusqu'à ébullition.

La température du bain-marie est alors de 108°.

On continue l'ébullition pendant quarante-cinq minutes et on laisse refroidir. Après refroidissement, les flacons sont retirés, on les lave extérieurement à l'eau froide.

Ce procédé n'est pas très pratique lorsqu'on veut préparer un certain nombre de flacons de lait stérilisé. Il est alors préférable d'employer l'autoclave qui, comme nous l'avons déjà démontré, devient un

instrument de laboratoire indispensable pour le pharmacien. Dans ce cas, voyons, tout d'abord, quels sont les flacons qu'on devra adopter pour la préparation de ces laits stérilisés. On pourra se servir des bouteilles ordinaires de pharmacie d'une contenance de 60, 125, 250 centimètres correspondant à la quantité nécessaire pour une ou deux tétées. Du reste, on sera guidé, à cet égard, par les demandes faites par le client.

Les bouteilles bien rincées et égouttées seront remplies de lait aux trois quarts et bouchées provisoirement par un tampon de coton. On les place sur le panier de l'autoclave, en déposant à côté les bouchons de liège qui devront servir pour le bouchage définitif. On recouvre l'ensemble des flacons par une grande feuille, simplement posée, de papier à filtrer. On ferme l'autoclave. On chauffe et après avoir pris, suivant les conditions déjà indiquées, le soin de chasser l'air du stérilisateur, on maintient la température de 110° pendant dix minutes à un quart d'heure. On laisse refroidir.

Après refroidissement complet, les flacons sont retirés et, en prenant tous les soins indispensables pour éviter toute contamination, on substitue au tampon d'ouate le bouchon stérilisé et on paraffine.

Il est bon de coller sur chaque flacon une étiquette portant la date du jour de la stérilisation.

Au lieu d'employer de simples bouteilles de pharmacie, il vaut mieux se servir de flacons gradués, munis d'une fermeture à canette que l'industrie fa-

brique maintenant avec des verres blancs résistant parfaitement à la température de la stérilisation. Ces flacons gradués ont l'avantage de pouvoir recevoir une tétine, et ils remplissent alors l'office de biberon.

M. Leune fabrique des flacons ronds en verre mince spécial, de différentes dimensions, munis d'une fermeture automatique à levier avec bouchon de porcelaine garnie d'une rondelle de caoutchouc s'appliquant exactement sur le goulot du flacon. Ce dernier, étant rempli de lait, est placé à l'autoclave en ayant soin de rabattre seulement le bouchon sur l'ouverture (*fig.* 55) sans aucune pression, et l'anneau du levier engagé sur le bec du bouchon de porcelaine. Cette disposition permet à l'air de se dégager facilement pendant la stérilisation. Celle-ci étant terminée, on ouvre l'autoclave et on ferme immédiatement le flacon en appuyant de haut en bas sur le levier de la garniture (*fig.* 56).

Lorsque l'opération de la stérilisation est faite avec un lait venant d'être trait et que l'on a apporté tous les soins nécessaires au chauffage, on est pour ainsi dire certain d'avoir un produit aseptique.

Il pourrait arriver que, par suite d'une faute commise, surtout à l'instant du bouchage, des flacons ne soient pas absolument stériles. On s'en aperçoit au moment de l'ouverture de la bouteille : le lait alors se coagule et il a une odeur désagréable et un goût aigre qui attirent l'attention.

Dans la grande industrie et, spécialement, dans

les établissements agricoles, qui préparent les laits stérilisés, on emploie des appareils pouvant recevoir un nombre plus ou moins considérable de flacons.



Fig. 55. — Flacon de Leune (fermeture incomplète pendant la stérilisation).



Fig. 56. — Flacon de Leune fermé après stérilisation.

Le lait est, tout d'abord, privé des impuretés qu'il peut contenir, soit par filtration sur tamis, soit par centrifugation, et il est chauffé le plus souvent à 110°-120° pendant un certain temps, au moyen de la vapeur sous pression.

M. P. Lequeux, de Paris, a construit un appareil

continu pour la stérilisation du lait comprenant un générateur chauffé au moyen du gaz et du charbon. Ce générateur alimente alternativement deux grands stérilisateurs de 1m,65 de haut et 0m,75 de diamètre.

Chaque stérilisateur est formé d'un récipient cylindrique contenant cinq tablettes circulaires, recevant des flacons de 125 ou de 250 centimètres cubes à fermeture-canette en verre blanc stérilisable, et pouvant tourner sur des galets, de sorte que, dès que l'on a retiré les tampons de fermeture correspondant à chaque étage des tablettes, il est facile d'amener à portée de la main les bouteilles les plus éloignées.

La vapeur produite dans le générateur, et dont la pression ne dépasse pas 2 kilogrammes, pénètre à la partie supérieure des cylindres et descend à la partie inférieure après avoir traversé tous les étages. La vapeur et l'eau condensée se réunissent dans un tube placé au bas de chaque appareil, et sont éliminées à l'extérieur par une soupape équilibrée de façon à pouvoir maintenir une légère pression dans l'appareil.

La température à laquelle le lait, mis dans les flacons, est porté, est de 102 à 103°, aussi doit-on maintenir l'action de la chaleur pendant au moins quarante-cinq minutes pour avoir une bonne stérilisation.

La continuité de l'appareil consiste en ce que, pendant tout le temps où s'opère la stérilisation dans l'un des stérilisateurs, on peut décharger et

recharger complètement l'autre stérilisateur, et on obtient ainsi un rendement maximum que l'on ne peut pas avoir avec les appareils discontinus.

Certains industriels soumettent d'abord le lait à un premier chauffage à 75° à 80° avec brassage dans le but de le désoxygéner. Ce n'est qu'après refroidissement que le lait est mis en bouteilles et qu'on procède à sa stérilisation par la vapeur sous pression. On prétend que, dans ses conditions, le lait subit des modifications moins accentuées et qu'on empêche les processus d'oxydation qui, suivant certains auteurs, s'exercent vis-à-vis de la matière grasse par l'action combinée de l'oxygène et de la chaleur.

Quoi qu'il en soit, ce chauffage et ce brassage préalables ont l'avantage de pouvoir rejeter tout lait qui, n'étant pas normal, ne manquerait pas de tourner, de se coaguler à la suite de ces traitements et après refroidissement.

L'industrie laitière emploie souvent l'appareil de MM. Hignette et Timpe, qui opère la stérilisation du lait par la vapeur faiblement surchauffée, puisque la température à laquelle on atteint n'est guère que de 102-103°, comme dans le stérilisateur de M. Lequeux. Voici la description de cet appareil tel qu'il est décrit par M. A. Chavanne.

Il se compose d'un grand cylindre *g*, entouré de feutre maintenu par des cercles de cuivre. A la partie inférieure, un foyer *a'* permet de porter à l'ébullition l'eau d'une chaudière *b*. Cette chaudière est largement ouverte et communique avec tout le reste

de l'appareil de la partie supérieure duquel sort un

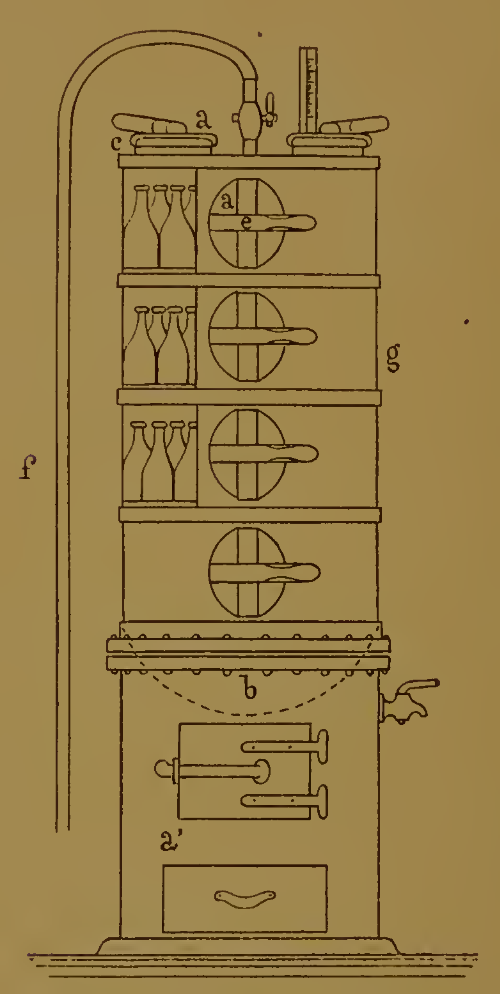


Fig. 57. — Appareil à stériliser le lait de MM. Hignette et Timpe.

tube en caoutchouc *f*, qui vient plonger au fond d'un seau rempli d'eau. Par un treillis en fil de fer, les

deux tiers supérieurs de ce grand cylindre sont divisés en quatre compartiments.

Une fermeture *a*, sur laquelle agit un levier à crampon *e*, à pression excentrique, munie d'une forte lame de caoutchouc, donne accès dans chacun d'eux. C'est sur ce treillage que l'on met les bouteilles remplies de lait et ouvertes. Ces bouteilles sont pourvues d'une fermeture à canette. Le bouchon en émail est entouré d'une bague en caoutchouc qui assure, quand l'opération est terminée, un contact parfait et empêche la rentrée d'air.

Les quatre compartiments remplis de bouteilles débouchées, les fermetures extérieures mises en place, on amène progressivement l'eau à l'ébullition. L'air est chassé, mélangé à la vapeur, à travers le long tube qui surmonte l'appareil et vient barboter dans l'eau du seau. Quand l'ébullition a duré trois quarts d'heure et que la vapeur a circulé, pendant ce temps, dans tout l'appareil, l'opération est terminée.

La température, répartie également dans tous les compartiments à lait, s'est élevée à 102°. Un thermomètre enregistreur placé à la partie supérieure et plongeant dans la vapeur permet de le constater.

On procède au bouchage des bouteilles de la façon suivante : deux soupapes placées à la partie supérieure et possédant le même mode de fermeture sont enlevées et laissent échapper la vapeur. Sans attendre plus longtemps, on ouvre le compartiment supérieur, et avec la main entourée d'un gant de

crin, on rabat rapidement sur le col des bouteilles le levier qui fixe le bouchon. On ferme de la même manière les bouteilles des deux compartiments suivants.

Les bouteilles sont ensuite entourées d'une ficelle plombée.

Cette stérilisation à vase ouvert ne donne lieu à aucune évaporation, du reste le lait ne bout pas.

La température de 102° n'est atteinte dans cet appareil que par la nécessité, pour la vapeur, de déplacer, pour s'échapper au dehors, la colonne d'eau qui remplit le tube de caoutchouc plongeant dans le seau.

Le lait préparé dans cet appareil, prend une teinte légèrement jaunâtre, mais n'a pas le goût du lait bouilli.

Valeur du procédé de stérilisation par chauffage au-dessus de 100°. — Certains auteurs ont beaucoup insisté sur les modifications des éléments constitutifs des laits surchauffés, et on s'est basé sur elles pour essayer de démontrer que la stérilisation, faite à une température supérieure à 100°, donnait des produits indigestes et dont la valeur nutritive était amoindrie.

Nous allons rappeler les diverses modifications perçues à la suite d'une stérilisation à l'autoclave et sans nier les faits contrôlés, nous verrons que les objections présentées ne sont pas de nature à compenser les grands avantages que présentent, pour

l'alimentation du nouveau-né, les laits stérilisés industriellement.

Il est indéniable que, dans les laits industriels, les ferments solubles sont détruits comme ils le sont, du reste, dans les laits simplement soumis à l'ébullition. Mais nous ne savons pas exactement quelle part prennent les ferments dans l'acte de la nutrition, et les résultats cliniques semblent démontrer que la suppression de ces diastases n'influe pas d'une façon appréciable sur la digestibilité du lait.

L'action de la chaleur prive le lait des gaz qu'il tient en dissolution et des substances sapides aromatiques pour faire place à un goût de cuit. Or, cette saveur que l'on reproche aux laits surchauffés se retrouve également dans les laits seulement stérilisés à 100° au bain-marie, et d'ailleurs l'expérience démontre que les premiers sont bien acceptés par le nourrisson.

Dans les laits autoclavés, la matière grasse, au lieu de rester à l'état de particules huileuses très fines formant ainsi, par sa division, l'émulsion, se rassemble en gouttelettes de plus en plus grosses pour former des grumeaux au goulot de la bouteille que l'agitation ne peut plus émulsionner. Or, cette séparation du corps gras ne s'effectue guère qu'au bout de quinze jours à un mois, il suffira donc de consommer le lait dans la première quinzaine de sa préparation.

La coloration jaune que prennent les laits chauffés

à 110° et, à plus forte raison, à 120-130° est due, d'après MM. Cazeneuve et Haddon, à l'oxydation du lactose, en présence des sels alcalins du lait, avec formation d'acides et, en particulier, d'acide formique.

M. Duclaux estimait que ce jaunissement devait être attribué à une modification de la caséine avec formation d'une petite quantité de peptones. Or, MM. Cazeneuve et Haddon prétendent que la caséine coagulée est tout simplement teintée en jaune par les corps transformés aux dépens du lactose. Nous ferons remarquer que cette coloration, très perceptible pour les laits fortement surchauffés, est très faible dans les produits stérilisés à 103°-105° et 108°.

D'après MM. Bordas et Raczowski, la lécithine du lait serait elle-même hydrolysée, et la perte de ce principe serait déjà de 12 0/0 pour les laits chauffés au bain-marie à 95°.

Lorsque le lait a été stérilisé à l'autoclave à 105-110°, la lécithine diminue de 30 0/0. On a voulu voir dans cette altération de la lécithine une diminution de la valeur nutritive des laits autoclavés.

Suivant certains auteurs, les sels minéraux subiraient aussi des modifications du fait de la chaleur. M. Vaudin a montré que le phosphate de chaux du lait est tenu en dissolution grâce aux citrates alcalins et au lactose. Or, sous l'influence de la stérilisation, on observe une modification ou une destruction de l'équilibre moléculaire des sels dissous, tendant à

précipiter le phosphate tricalcique. Mais il est facile, par une simple agitation, de remettre en suspension le phosphate de chaux généralement déposé à l'état très tenu.

Divers auteurs et, en particulier, MM. Chavanne et Michel, ont entrepris des expériences pour déterminer le degré de digestibilité des laits surchauffés. Or, il résulte de leurs recherches que la stérilisation augmente la digestibilité, *in vitro*, du lait, et, en particulier, de ses matières albuminoïdes, au lieu de la diminuer comme on l'avait cru.

Si nous pesons bien toutes les objections que nous venons de signaler et qui ont été faites au sujet du lait stérilisé à une température supérieure à 100°, on peut se rendre compte qu'elles ne sont pas suffisantes pour diminuer la valeur nutritive de ces produits industriels, et que les arguments invoqués contre le lait stérilisé n'ont pas grande portée. Les résultats cliniques apportés par les pédiâtres les plus connus viennent, du reste, confirmer les progrès que la stérilisation a fait faire à la puériculture.

Stérilisation par chauffage discontinu, dite méthode de tyndallisation. — La stérilisation du lait par chauffage discontinu s'effectue en soumettant le lait, mis en flacon, à une température de 100° pendant une demi-heure et répétant, pendant trois jours et une fois par jour, le chauffage à 100°. On obtient par ce procédé un lait stérile, mais l'opération est

longue et plus coûteuse, et elle ne présente pas d'avantages sur la stérilisation faite à l'autoclave.

Pasteurisation. — Afin de réduire au minimum les altérations que subissent les laits chauffés à 100° et au-dessus, on a pensé à utiliser le procédé préconisé par Pasteur pour conserver les vins, c'est-à-dire le chauffage à une température ne dépassant pas 70-75°.

Cette opération, qui porte le nom de *pasteurisation*, donne, lorsqu'il est appliqué au lait, un produit qui, d'après MM. Bitter et Duclaux, ne présente qu'un goût de cuit à peine sensible. La température à laquelle s'effectue la pasteurisation est suffisante pour tuer les bacilles tuberculeux et la plupart des microbes pathogènes et aussi, le plus souvent, les *micrococcus* et les ferments lactiques qui rendent les laits aigres, mais on n'obtient jamais un lait absolument stérile. Ce dernier contient encore, en effet, toutes spores microbiennes à l'état de vitalité, des microbes les saprophytes et surtout les ferments de la caséine.

Ce chauffage du lait à 70-75° doit être immédiatement suivi d'un refroidissement brusque, car, si le lait chauffé revient lentement à la température ordinaire, il passe par des températures de 30-40°, favorables à la pullulation des bactéries non détruites et à la germination des spores.

La pasteurisation est surtout une opération industrielle qui est faite, d'après M. de Rothschild, pour tous les laits traités dans les dépôts des laitiers en

gros qui approvisionnent Paris, et pour une partie des laits vendus dans certaines grandes villes de province. Le but poursuivi est surtout d'assurer la conservation temporaire : les laits pasteurisés doivent être consommés dans les quarante-huit heures.

En Allemagne, la pasteurisation industrielle est faite dans les appareils de Thiel, de Kuhne, qui sont formés d'une surface métallique chauffée par la vapeur ; sur cette surface, le lait coule lentement, puis il est ensuite conduit dans un réfrigérant.

En France, l'industrie laitière emploie surtout l'appareil de M. Fjord, de Copenhague, perfectionné, dans ces dernières années, par plusieurs industriels. L'appareil primitif de M. Fjord se composait d'un cylindre à double paroi. Dans la partie centrale, le lait circule brassé par une vis tournante à arêtes très larges, pendant que dans la partie concentrique, c'est-à-dire entre les deux cylindres, on fait arriver de la vapeur.

La vitesse d'écoulement du lait est calculée de façon à ce que le liquide atteint en peu de temps la température de 70°. De là, le lait chauffé se rend dans des réfrigérants à système tubulaire alimentés par de l'eau froide ou même, pendant l'été, par de l'eau glacée.

A la sortie du réfrigérant le lait a, en hiver, une température de 4 à 5° et, en été, de 8° à 10°.

Le lait ainsi pasteurisé est mis ensuite dans des vases très propres et il est expédié : on peut ainsi

le conserver pendant vingt-quatre, trente-six et même quarante-huit heures.

Grâce à l'agitation continuelle pendant l'action du chauffage, ce lait a tout à fait l'aspect du lait cru. A vrai dire, cette opération n'est pas une stérilisation au sens vrai du mot, c'est plutôt un procédé de conservation auquel on reproche de ne pas tenir compte des contaminations possibles pendant les transvasements qui se font à l'air.

La véritable pasteurisation, pour les laits destinés à l'alimentation des jeunes enfants, doit s'effectuer sur le produit mis en flacons et conservé dans ces récipients qui seront cachetés.

M. Oppenheimer se sert, à cet effet, d'un appareil à double manteau pouvant contenir huit flacons. Celui-ci, hermétiquement fermé, est placé sur un feu doux d'où on le retire dès que le thermomètre, qui plonge par le couvercle dans le bain-marie, indique la température de 75°. Au bout d'une demi-heure, on enlève le couvercle, on fait refroidir les flacons dans une glacière où on les conserve.

Le dispositif de M. Coutant, qu'il désigne sous le nom de « Tutélaire », réalise également la pasteurisation dans des conditions assez pratiques. Le lait contenu dans des flacons ouverts, en verre spécial, est porté rapidement à 80° par la vapeur d'eau distendue ; puis, il est refroidi brusquement après bouchage des flacons. Le bouchage est suffisamment hermétique pour qu'il n'y ait plus de rentrée d'air.

En résumé, le lait pasteurisé est ensuite trans-

vasé à l'air, comme on le fait dans de grandes industries laitières, ne présente pas les garanties suffisantes d'asepticité pour être employé dans l'allaitement du nourrisson.

D'autres auteurs estiment que la pasteurisation faite en vase clos donne un lait pratiquement stérile et qui pourra servir à l'allaitement artificiel, à la condition qu'il soit toujours consommé dans les vingt-quatre heures et, exceptionnellement, dans les quarante-huit heures en hiver.

Nous avons dit précédemment que les laits chauffés à 70-78° étaient privés du bacille tuberculeux, nous devons à la vérité d'ajouter que quelques bactériologistes, tels que Lydia Rabinowitsch, Beck, annoncent qu'un lait contenant le bacille de Koch chauffé pendant trente minutes à 80° et ensuite injecté à des cobayes, les rend tuberculeux.

De plus, certaines bactéries peptonisantes de Flugge rencontrées dans le lait, et en particulier le *Bacillus mesentericus* capable de produire des troubles digestifs chez l'enfant, résistent, suivant Jemma, à une température de 100°.

On voit donc que la pasteurisation, envisagée comme procédé de stérilisation du lait, ne peut rivaliser avec les produits autoclavés, malgré les modifications dans la composition des laits ainsi traités, surtout si l'on considère que la température de 75-80° suffit à détruire la plupart des ferments solubles du lait (lipase, ferments oxydants, etc.) et à faire naître le goût de cuit.

CONSTATATION DU CHAUFFAGE DU LAIT

Divers auteurs ont donné des réactions qui permettent de différencier le lait cru du lait bouilli. Ces réactions peuvent donc être utilisées pour s'assurer qu'un lait a été chauffé (ébullition, pasteurisation, chauffage à l'autoclave).

Le procédé le plus sensible, et en même temps le plus pratique, est celui qui a été proposé par M. Dupouy, et recommandé ensuite aussi par M. Utz.

Cette réaction est basée sur la présence dans le lait d'un ferment oxydant découvert par M. Dupouy et auquel il a donné le nom de *Lactanaéroxydase*. Cette diastase a la propriété de décomposer l'eau oxygénée et d'en libérer l'oxygène à un état moléculaire tel qu'il peut exercer une action immédiate sur des substances facilement oxydables.

Ce ferment est détruit à la température de 80° ; il perd alors ses propriétés décomposantes vis-à-vis de l'oxygène. C'est cette dernière circonstance qui permet précisément de différencier le lait cru du lait chauffé.

Comme substance oxydable par l'oxygène libéré de l'eau oxygénée dans la pratique de la réaction, M. Dupouy emploie le gaïacol cristallisé. On fait une solution aqueuse à 1 0/0 de ce composé, et on prend un peu de ce réactif qu'on mélange avec son volume de lait et une goutte d'eau oxygénée du

commerce diluée au dixième. Si le lait est cru, c'est-à-dire s'il n'a pas été chauffé, on obtient immédiament et à froid une coloration rouge grenat. Avec les laits ayant subi l'action d'une température supérieure à 80°, le mélange reste incolore.

M. E. Saul a recommandé l'emploi du sulfate de méthylorthoamidophénol, qui donne également de bons résultats pour la constatation du chauffage des laits. Cette réaction est, comme la précédente, basée sur l'action du ferment oxydant agissant en présence de l'eau oxygénée. Voici comment on opère :

On prend 10 centimètres cubes de lait auxquels on ajoute 1 centimètre cube d'une solution de sulfate de méthylorthoamidophénol à 1 gramme pour 100 ainsi qu'une goutte d'eau oxygénée ; une belle coloration rouge apparaît dans l'espace de trente secondes dans le cas d'un lait cru. Pour les laits chauffés, on n'observe aucune coloration; on ne doit pas tenir compte d'une teinte plus ou moins rosée qui pourrait apparaître dans le mélange abandonné à lui-même pendant quelque temps.

Nous accordons volontiers la préférence à la technique de M. Dupouy qui utilise, comme base de son réactif, un produit que tout pharmacien possède dans son officine. Les résultats fournis par l'emploi de la solution gaïacolée sont, en outre, tout aussi précis que ceux qui sont donnés par le réactif de M. Saul.

Nous devons ajouter que ces essais démontrent seulement que le lait a été chauffé à une température de 75 à 80° au moins, mais ils ne donnent, bien en-

tendu, aucun renseignement sur le temps de chauffe, ni sur la valeur de la stérilisation au point de vue de la destruction des germes.

Conservation du lait par les composés chimiques. — Depuis longtemps on a cherché à conserver le lait par l'addition de substances antiseptiques dont l'emploi est prohibé en raison de leur action nuisible sur l'organisme, et des accidents d'intoxication dont ils peuvent être la cause.

Toutefois M. Von Behring, voulant conserver au lait sa qualité de *liquide vital* doué de propriétés biologiques du fait des ferments qu'il renferme, a proposé d'ajouter au lait 1/5000e à 1/10000e de *formol :* le lait ainsi préparé présenterait, au point de vue de la conservation des ferments et, en particulier, des oxydases, tous les avantages du lait cru : les germes pathogènes qui pourraient le souiller, sans être tués, seraient cependant arrêtés dans leur développement, et la consommation de ce lait serait susceptible de rendre des services à la puériculture.

Or, M. Trillat a entrepris toute une série d'expériences dont les résultats viennent détruire les espérances de M. Von Behring.

Cet auteur a établi que sous l'influence de la formaldéhyde à la dose employée par M. Von Behring, la caséine se combinant avec le composé est rendue inassimilable en proportions plus ou moins considérables. De plus, tant que le lait n'est pas altéré, on y trouve de l'aldéhyde formique à l'état

libre, qui, au moment de l'ingestion de cet aliment, est en contact avec la muqueuse gastrique qu'elle tanne.

Ces considérations, dit M. Trillat, suffisent à établir que l'usage de la formaldéhyde dans le lait peut présenter des dangers surtout dans l'alimentation des jeunes nourrissons, et qu'il doit être prohibé comme les autres antiseptiques (acide salicylique, fluorures, etc.), tant que des expériences absolument démonstratives n'auront pas établi sa parfaite innocuité.

Tout récemment, M. Léo Schaps vient de montrer que l'addition de formaldéhyde, dans la proportion de 1 0/0, s'oppose au développement des ferments lactiques, mais non à celui des staphylocoques, ni des bacilles tuberculeux ajoutés au lait. Il mentionne qu'il a trouvé, à l'autopsie d'une enfant nourrie au lait formolisé, des lésions produites par le formol, d'où il conclut à l'action toxique de cette substance, et il met en garde contre l'emploi de ce mode de conservation.

On connaît déjà depuis longtemps la valeur antiseptique de l'eau oxygénée ; aussi M. A. Renard a-t-il proposé, dès 1898, l'emploi, pour la conservation du lait, d'eau oxygénée à 12 volumes à la dose de 2 0/0. Cette addition aurait l'avantage sur les antiseptiques prohibés, et qui sont plus ou moins toxiques, de ne rien laisser, dans le lait, au bout de six à huit heures, puisque cette eau oxygénée se décompose, très vraisemblablement, à la faveur d'un

ferment soluble (catalase) contenu dans le lait, en eau et oxygène qui se dégage.

L'eau oxygénée doit être additionnée au lait le plus tôt possible après la traite ; on abandonne le produit traité dans un endroit frais pendant sept à huit heures, et ce n'est qu'au bout de ce temps qu'il doit être livré à la consommation.

Ce lait *oxygéné* ne présente au goût et à l'odorat aucune différence avec le lait frais ordinaire. M. Renard fait remarquer que le produit n'est pas stérilisé, mais qu'il se conserve beaucoup plus longtemps que le lait ordinaire.

MM. Nicolle et E. Duclaux ont étudié l'eau oxygénée au point de vue de son action microbicide sur le lait.

L'addition à ce liquide de 1 à 2 0/0 d'eau oxygénée amène, dans les heures qui suivent, un abaissement considérable du nombre des bactéries. Cette action ne dure que quelques heures, huit à dix en général. Ce délai passé, la teneur en germes du lait oxygéné se relève et augmente peu à peu.

D'autre part, cette proportion d'eau oxygénée, si elle assure une plus grande conservation du lait, ne donne aucune sécurité pour la destruction des microbes pathogènes qu'il peut renfermer.

Cet antiseptique ne peut donc guère servir que pour aider à conserver le lait pendant un temps plus long ; encore n'est-il pas prudent d'en autoriser l'usage, qui serait bientôt fait inconsidérément et à doses supérieures à 2 0/0.

Il est vrai que l'on pourrait s'assurer de l'addition d'une proportion trop élevée d'eau oxygénée, grâce à ce fait, précisé par l'expérience, que cet antiseptique, mélangé au lait à des doses supérieures à 2 0/0, ne disparaît plus entièrement, et alors la partie non détruite peut facilement être reconnue de la façon suivante :

On coagule, par l'acide sulfurique dilué, 40 à 50 centimètres cubes de lait, on filtre et on agite le liquide filtré dans un tube à essai avec moitié environ de son volume d'éther et quelques gouttes d'une solution aqueuse d'acide chromique. Dans le cas de la présence d'eau oxygénée, l'éther se sépare avec une coloration bleue due à la formation d'acide perchromique.

Enfin, nous répéterons que si l'eau oxygénée employée à la dose de 2 0/0 est susceptible de faciliter la conservation du lait, son emploi ne permet pas d'obtenir un produit pratiquement stérile qui puisse servir à l'alimentation du nourrisson.

Tout récemment, M. Budde, de Copenhague, a prétendu que si on n'avait pas eu de résultats aussi satisfaisants qu'on pouvait l'espérer avec les laits oxygénés, c'est qu'on n'avait pas étudié avec une attention suffisante l'action germicide secondaire de l'eau oxygénée, c'est-à-dire l'effet de l'oxygène à l'état naissant.

M. Budde a reconnu que si on ajoute au lait froid une petite quantité d'eau oxygénée, 0,05 0/0 par exemple, et qu'on chauffe immédiatement le produit

ainsi traité en vase clos et à une température de 50° pendant sept à huit heures, on obtient un lait stérilisé.

Dans cette opération, l'oxygène monoatomique produit a une action microbicide énergique ; de plus, le lait stérilisé ne contient plus d'eau oxygénée, laquelle est décomposée par le fait même de la stérilisation.

On a effectué de nombreuses expériences bactériologiques sur les laits « buddisés » tant à Copenhague qu'à Berlin et à Londres ; les résultats ont été satisfaisants et concordants. Le coli-bacille, le bacille typhique, celui de la diphtérie ont été détruits après une heure ; le bacille de Koch disparaît après trois ou quatre heures.

La consommation du lait « buddisé » a été déjà pratiquée dans certains hôpitaux et dans quelques cliniques de Danemark et de Suède ; sa saveur en tout semblable à celle du lait frais, et sa digestion facile, ont encouragé son emploi dans les gastro-entérites chez les nourrissons et aussi chez les adultes.

CHAPITRE XVII

LAITS MATERNISÉS OU HUMANISÉS STÉRILISÉS

Au point de vue de sa composition, le lait de vache diffère de celui de la femme ; ainsi le premier contient généralement le double environ de caséine et 30 à 40 0/0 de substances minérales en plus que le second ; d'autre part, le lait de femme est plus riche en lactose dont la proportion est supérieure de 10 à 15 0/0 par rapport à la quantité existant normalement dans le lait de vache.

Il y a plus, la caséine du lait de femme est différente de celle du lait de vache ; la caséine du premier est un peu moins riche en azote ; par la coagulation, elle se réunit en flocons légers qui se dissolvent plus facilement dans le suc gastrique que les flocons épais et denses du lait de vache.

En raison des différenciations qui existent entre ces deux laits, on a cherché, pour l'allaitement artificiel, de modifier la composition du lait de vache de façon à obtenir un produit se rapprochant le plus du lait de la femme.

Ces laits ainsi modifiés portent le nom de laits *humanisés* ou de laits *maternisés*.

De nombreuses tentatives ont été faites dans cet ordre d'idées; nous n'avons pas la prétention de décrire toutes les modifications qui ont été proposées, nous nous contenterons de citer seulement celles qui peuvent être demandées aux pharmaciens à qui incombe le soin de préparer un lait modifié aussi stérile que possible.

Nous décrirons donc les procédés de préparation des laits maternisés les plus importants, en les classant d'après l'ordre chronologique où ils ont été publiés.

Tout d'abord, disons un mot des *laits coupés d'eau.*

On sait que, pour l'alimentation du nouveau-né, on prescrit du lait étendu d'abord de moitié et, ensuite, d'un tiers d'eau lactosée. Or, l'industrie prépare, déjà depuis quelque temps, des laits coupés qu'elle stérilise et délivre en flacons de 60 et de 125 grammes.

La préparation de ces laits étendus s'effectue en additionnant du lait frais, de bonne qualité et autant que possible aussitôt après la traite, d'une solution de lactose à 10 0/0 dans la proportion de 2 parties de lait pour 1 partie de solution lactosée (Marfan). Les laits ainsi modifiés sont mis en flacons de 60 à 120 grammes, à fermeture canette, et on stérilise à l'autoclave à 105°.

Préparation des laits humanisés ou maternisés. — 1° *Procédé de M. Vigier.* — Ce procédé consiste, en

principe, à prendre du lait de vache de bonne qualité, ce dont on s'assure au préalable par l'analyse et on enlève la proportion de caséine excédant celle du lait de femme, tout en lui laissant les autres éléments, beurre, lactose et sels minéraux.

Au point de vue pratique, voici comment on prépare ce lait humanisé, dit aussi lait décaséiné : le lait frais, dont on connaît par l'analyse la proportion de caséine, est divisée en deux parties telles que l'une contienne la quantité de caséine équivalente à celle qui se trouverait, dans un volume de lait de femme égal à celui traité.

Cette quantité est mise de côté et on précipite dans la partie restante, la totalité de la caséine au moyen de la présure ou d'un acide.

Quand la précipitation est terminée, on passe pour séparer le petit-lait du caillot et le liquide obtenu est mélangé à la portion mise de côté.

Ce lait ainsi décaséiné, dont la composition quantitative, surtout au point de vue de la matière albuminoïde principale, se rapproche de celui de la femme, est ensuite distribué en flacons et stérilisé à l'autoclave.

2° *Procédé de M. Léon Duffour. — Perfectionnement de M. Eury.* — On prend un vase de deux litres, fermé par un capuchon de caoutchouc et muni à sa partie inférieure d'un bouchon de caoutchouc traversé par un tube de verre à robinet. On met dans ce vase la quantité de lait nécessaire à l'enfant pour une journée.

Le récipient est abandonné au repos, dans un endroit frais, pendant quatre heures. Le lait s'est séparé en deux couches, l'une supérieure, la crème, l'autre, inférieure, le lait écrémé.

On fait écouler par le robinet inférieur un tiers du lait écrémé : on a ainsi diminué d'un tiers la quantité de caséine, de sels minéraux et aussi de lactose.

Le volume du liquide décanté est remplacé par un égal volume d'une solution aqueuse de lactose à 35 grammes pour 1.000 et contenant également par tétée 1 gramme de chlorure de sodium.

Le mélange est agité pour rétablir l'émulsion et on le répartit en flacons de 60 à 120 grammes.

On procède ensuite à la stérilisation par la vapeur sous pression à 102°.

M. Eury a apporté un perfectionnement au procédé de M. Léon Duffour ; sa méthode a l'avantage de pouvoir être utilisée dans les petites exploitations, et elle donne un produit à l'abri de toute chance de contamination venant de l'extérieur.

Le lait, aussitôt après la traite, est reçu dans un grand récipient en verre ou en tôle émaillée susceptible d'être fermé hermétiquement et soumis immédiatement à une stérilisation au bain-marie pendant trois quarts d'heure, puis on abandonne au repos pendant douze heures.

Nous ferons remarquer que ce premier chauffage du lait ne sert qu'à le conserver pendant que la crème se sépare. On a, en outre, le temps de faire

l'analyse du lait sur un échantillon prélevé d'avance. Après les douze heures d'attente, l'expérience démontre que, dans ces conditions, la matière grasse séparée était toujours égale aux 3/5es de la totalité du beurre contenu dans le lait primitif.

Au moyen d'un siphon, on décante une certaine partie du lait, dont la quantité est déterminée comme il sera dit plus loin, et on le remplace par une solution de lactose. Le mélange est brassé, réparti dans des bouteilles et stérilisé à l'autoclave.

Connaissant la quantité du lait donnée par l'analyse, il est facile, par le calcul, de déterminer la quantité de lait écrémé qu'il faut enlever et remplacer par une solution de lactose, pour avoir un lait dont la composition se rapproche de celle du lait de femme, sachant que les 3/5es du beurre sont réunis à la surface.

Avec les laits moyens, on soutire environ 40 0/0 du volume total qu'on remplace par un volume égal d'une solution aqueuse de lactose à 70 0/00.

Le lait maternisé ainsi préparé contient de 18 à 20 grammes de caséine par litre et 32 à 35 grammes de beurre.

3° *Procédé de M. Gaertner.* — La préparation de ce lait maternisé exige un outillage tout spécial et, en particulier, une écrémeuse-centrifugeuse tournant à 7.000 tours à la minute.

Sous l'influence de cette action centrifuge, la crème se rassemble vers le centre de l'appareil, tandis que le petit-lait, plus lourd, se rend à la péri-

phérie. Des robinets, placés l'un au centre, l'autre à la partie extérieure, permettent de recueillir soit le lait gras (crème), soit le lait maigre (petit-lait et caséine).

Le point important est de connaître la teneur en beurre du lait traité, et on procède ensuite à la préparation du lait maternel de Gaertner. On additionne le lait d'une quantité d'eau stérilisée telle que la proportion de caséine par litre soit de 20 grammes environ. On centrifuge. Par le robinet de la partie centrale de l'appareil, on recueille une quantité telle de lait gras qu'il contienne la proportion de beurre égale à celle qui se trouve normalement dans le lait de femme.

Ce lait gras renferme moitié moins de caséine, car le lait maigre ou petit-lait en retient la moitié, et il est appauvri en lactose; aussi doit-on y ajouter 20 à 25 grammes de sucre de lait par litre.

Ce lait modifié est ensuite réparti en flacons de 125 à 250 grammes et stérilisé à 105° pendant vingt-cinq minutes.

Après stérilisation, le lait de Gaertner est blanc jaunâtre, d'un goût agréable.

On reproche à ce lait maternisé d'être dépouillé d'une certaine quantité de substances minérales qui restent dans le petit-lait. D'autre part, les globules graisseux sont en partie rassemblés et ne sont plus à l'état de division extrême qui caractérise une émulsion complète.

Procédé de M. Backhaus. — M. Backhaus, de

Kœnigsberg, enlève au lait de vache son excès de caséine au moyen du ferment-lab, et il provoque, par l'addition de trypsine, une peptonification partielle de la caséine restant en dissolution.

Voici pratiquement le détail des opérations de la préparation du lait Backhaus, tel que l'a relaté M. Henri de Rothschild :

« Le lait, sitôt trait, est pasteurisé. Une fois refroidi, il est écrémé à l'écrémeuse-centrifugeuse ; le petit-lait, entièrement débarrassé des principes gras par l'écrémage, est placé dans une bassine où il est chauffé à 35°, mélangé à une dose déterminée de ferment-lab.

« Le lait subit l'action du ferment pendant vingt-cinq minutes environ. Au bout de ce temps, une partie de la caséine, à peu près 50 0/0, contenue dans le petit-lait, se précipite sous forme de petits grumeaux ; le reste de la caséine reste en dissolution dans le petit-lait sous forme de propeptone (ou plutôt d'albumoses), c'est-à-dire de caséine en partie digérée. »

« Après la fermentation trypsique, le petit-lait repasse au travers d'un tamis très fin qui laisse passer le petit-lait et arrête les grumeaux de caséine coagulée. »

« Le petit-lait est ainsi décaséiné en proportions voulues ; il y reste environ 18 0/0 de caséine. Mais le lait a été préalablement décrémé : On prélève alors sur la crème la quantité de beurre nécessaire, correspondant au taux normal, indiquée par l'analyse du lait

de femme. Celui-ci, additionné de la quantité nécessaire de lactose (20 à 25 grammes par litre), est mélangé au petit-lait au moyen de l'appareil centrifugeur.

« On décante le lait ainsi obtenu dans des flacons gradués que l'on bouche à l'aide d'une capsule de caoutchouc, analogue à celle de l'appareil de Soxhlet; on les stérilise ensuite dans un autoclave à la température de 105° maintenue pendant vingt-cinq minutes. »

Telles sont les diverses méthodes de préparation des laits humanisés et maternisés employées dans l'industrie.

En raison de ses connaissances en chimie, le pharmacien est tout désigné pour procéder à leur obtention dans les meilleures conditions possibles au point de vue de la pureté des produits.

Nous leur rappellerons qu'il est de toute nécessité, pour avoir des laits modifiés irréprochables, d'opérer sur des laits de bonne qualité et immédiatement après la traite.

D'autre part, on ne saurait trop recommander de consommer les laits humanisés ou maternisés dans les vingt-quatre heures, ou dans les quarante-huit heures au plus qui suivent leur préparation. Après ce délai, le beurre se rassemble en grumeaux plus ou moins compacts et, malgré une agitation énergique, on ne peut rétablir l'émulsion détruite.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CHAPITRE I

Pages.

Considérations générales sur l'antisepsie et l'asepsie.. 1

CHAPITRE II

Méthodes de stérilisation............................ 5

A. Aseptisation par la chaleur sèche............... 6
B. — — humide............. 10
C. — par chauffage discontinu........... 30
D. — par filtration....................... 33

CHAPITRE III

Aseptisation des objets de verrerie et des instruments employés en pharmacie............... 39

CHAPITRE IV

Stérilisation des instruments de chirurgie....... 43

CHAPITRE V

Stérilisation de l'eau.............................. 48

CHAPITRE VI

Stérilisation des huiles.......................... 56

CHAPITRE VII

Pages.

Stérilisation de la vaseline, de l'huile de vaseline et de la lanoline.......... 57

CHAPITRE VIII

Stérilisation des préparations médicamenteuses: solutions aqueuses (solutions pour injections hypodermiques, sérums, etc.); solutions huileuses.......... 60

I. — Solutions aqueuses.......... 60
II. — Solutions huileuses.......... 72

CHAPITRE IX

Préparation des ampoules.......... 74

CHAPITRE X

Stérilisation des pansements.......... 96

I. — Cotons aseptiques.......... 96
II. — Gaze hydrophile aseptique.......... 107
III. — Compresses aseptiques de toile ou de coton. 111
IV. — Éponges aseptiques.......... 112
V. — Vérification de la température d'aseptisation des pansements.......... 118

CHAPITRE XI

Stérilisation des fils à ligatures.......... 123

I. — Catguts.......... 123
II. — Soies.......... 156
III. — Crins de Florence.......... 162
IV. — Fils de lin.......... 165

CHAPITRE XII

Stérilisation des drains.......... 167

CHAPITRE XIII

Pages.

Stérilisation des laminaires........................ 169

CHAPITRE XIV

Stérilisation des sondes et bougies............... 171

CHAPITRE XV

Vérification de l'état aseptique des fils à ligatures et des objets de pansement............... 178

CHAPITRE XVI

Stérilisation du lait................................ 184

CHAPITRE XVII

Laits maternisés ou humanisés stérilisés........ 231

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

	Pages.
Adrénaline (Stérilisation des solutions d')	66
Alcalinité des verres	62
Ampoules (Essai du verre des)	76
— (Préparation des)	74
— (Remplissage des)	77
— (Stérilisation des)	77
Ampoules de sérums artificiels	93
Antisepsie	1
Appareils de Berlioz et Duflocq	79
— Budin-Gentile	195
— Cazeneuve	202
— Coutant	222
— Escherich	192
— Eury	86
— Fjord	221
— Hauchecorne	199
— Hignette et Tempe	213
— Kuhne	221
— Lequeux	211
— Oppenheimer	222
— Rodet	200
— Soxhlet	193
— Thiel	221
Asepsie	1
Aseptisation par chauffage discontinu	30
— la chaleur	5
— — sèche	6
— — humide	10

Pages.
Aseptisation par la filtration........................ 33
Autoclave.. 13
— de Chamberland........................ 13
— Radais................................. 21
— Sorel.................................. 18
Atropine (Stérilisation des solutions d')................ 67

B

Ballons (Stérilisation des)............................ 39
Bandes de gaze..................................... 108
Biiodure de mercure (Stérilisation des solutions huileuses de)... 72
Bocaux de Leune.................................... 58
Boîte de Pauchet................................... 54
Boîtes pour stérilisation des pansements.......... 15, 103
Bougie de Chamberland.............................. 33
Bougie-pipette de Lutz.............................. 90
Bougies (Stérilisation des)........................... 171

C

Calomel (Stérilisation des injections huileuses de)...... 72
Capsules (Stérilisation des).......................... 41
Catgut au bichromate de potasse...................... 151
— au genièvre................................... 152
— (Dégraissage du)............................. 130
— (Enroulement du)............................. 132
— formolé....................................... 151
— (Résistance du)............................... 127
— (Stérilisation du)............................. 129
— (— par les procédés chimiques)..... 149
— (— — physiques)..... 133
— (— par l'emploi simultané de la chaleur et des antiseptiques)...... 155
— (— par le sulfate d'ammoniaque)... 154
— (— Procédé Baldy et Martin)........ 148
— (— — Barthe et Soulard)...... 138
— (— — Claudius)............... 152
— (— — Debuchy)............... 155
— (— — Grimbert).............. 148
— (— — Grouzdev).............. 133
— (— — Guerbet)............... 142

Pages.
Catgut (Stérilisation du) (Procédé Krönig)............... 144
— (— — Larochette).......... 134
— (— — Legueu)............. 138
— (— — Mencière)............ 146
— (— — du Nouveau Codex).. 148
— (— — Répin)............... 135
— (— — Reverdin)........... 133
— (— — Robert et Leseurre).. 138
— (— — Triollet)............ 141
Catguts.. 123
Ciseaux (Stérilisation des).............................. 42
Cocaïne (Stérilisation des solutions de chlorhydrate de). 64
Collyres (Stérilisation des solutions pour).............. 60
Compresses aseptiques de coton......................... 111
— — toile........................ 111
Compresses-éponges de gaze........................... 109
Conservation de l'eau stérilisée........................ 53
Constatation du chauffage du lait....................... 224
Cordes à violon (Préparation industrielle des).......... 123
Cotons aseptiques.................................. 96
Coton (Hydrophilation du).............................. 97
— (Stérilisation du)................................ 101
— (Tampons de).................................. 105
Crins de Florence................................. 162
— (Stérilisation des)..................... 163

D

Drains (Stérilisation des).............................. 167

E

Eau stérilisée (Conservation de l')..................... 53
Eau (Stérilisation de l')................................ 48
Entonnoirs (Stérilisation des)........................... 41
Éponges aseptiques.................................. 112
— (Nettoyage des).............................. 116
— (Stérilisation des)............................ 112

F

Fils à ligatures (Stérilisation des)..................... 123
— de lin (Stérilisation des)........................ 165
Filtre Chamberland.................................. 49

Pages.
Filtre Garros.. 38
— Kitasato.. 34
— de porcelaine.. 33
Filtres en papier (Stérilisation des)........................ 41
Flacons de Leune pour la stérilisation du lait.......... 211
— (Stérilisation des)........................ 39
Flambage (Stérilisation par)........................ 10
Four à flamber de Pasteur........................ 8

G

Gaze (Bandes de).. 108
— en accordéon.. 109
— hydrophile aseptique........................ 107
Glycérophosphate de chaux (Stérilisation des solutions de).. 67

H

Huile camphrée (Stérilisation de l')........................ 73
— lécithinée (Stérilisation de l')........................ 73
— de vaseline (Stérilisation de l')........................ 57
Huiles (Stérilisation des)........................ 56

I

Instruments de chirurgie (Stérilisation des)............. 43
— employés en pharmacie (Stérilisation des). 39

L

Lait (Centrifugation du)........................ 189
— (conservation par les procédés chimiques)......... 226
— (Constatation du chauffage du)........................ 224
— (Filtration du)........................ 189
— formolé.. 226
— oxygéné.. 228
— (Pasteurisation du)........................ 220
— (Stérilisation du)........................ 184
— (Stérilisation par ébullition à air libre)............ 191
— (— chauffage à 100°)........................ 192
— (— chauffage au-dessus de 100°)...... 207
— (— chauffage discontinu)............ 219
— (— industrielle)........................ 207
Laits coupés stérilisés........................ 232

Pages.
Laits humanisés 231
Laits maternisés 231
— (préparation. Procédé Backhaus) 236
— (— — Duffour) 233
— (— — Eury) 233
— (— — Gaertner) 235
— (— — Vigier) 232
Laminaires (Stérilisation des) 169
Lanoline (Stérilisation de la) 57

M

Matras de L. Tripier 51
— (Stérilisation des) 39
Mercure (Stérilisation des solutions aqueuses de sels de). 71
— (— — huileuses de biiodure de) 72
— (— injections huileuses d'oxyde jaune de) 72
Morphine (Stérilisation des solutions de chlorhydrate de). 65
Mortiers (Stérilisation des) 41

P

Pansements (Boîtes pour stérilisation des) 15, 103
— (Stérilisation des) 96
Pilons (Stérilisation des) 41
Pinces (Stérilisation des) 42
Pipette-ampoule de Miquel 94
Pipettes jaugées (Stérilisation des) 39
Préparations médicamenteuses (Stérilisation des) 60

Q

Quinine (Stérilisation des sels de) 67

S

Sels minéraux (Stérilisation des solutions de) 67
Seringue de Luër 47
Seringues (Stérilisation des) 46
Sérum gélatiné (Stérilisation du) 69
Sérums artificiels (Stérilisation des) 67
Soie de Czerny 157

Pages.
Soies ... 156
— (Stérilisation des) ... 157
— (— Procédé Barthe) ... 160
— (— — Debuchy) ... 158
— (— — Terrier) ... 158
Solutions aqueuses (Stérilisation des) ... 60
— huileuses (Stérilisation des) ... 72
— pour collyres (Stérilisation des) ... 60
— pour injections hypodermiques (Stérilisation des) ... 60, 68
Sondes (Stérilisation des) ... 171
Spatules (Stérilisation des) ... 42
Stérilisateur de Sorel ... 18
Stérilisation (Méthodes de) ... 5
— par l'eau bouillante ... 11
— par la vapeur d'eau à la pression ordinaire. 12
— — surchauffée ... 12
— — saturée et sous pression. 13
Strychnine (Stérilisation des solutions de sels de) ... 67

T

Tampons de coton (Préparation des) ... 105
— (Stérilisation des) ... 105
Tubes à essai (Stérilisation des) ... 39
— effilés (Stérilisation des) ... 40
Tyndall (Méthode de) ... 30
Tyndallisation ... 30

V

Vaseline (Stérilisation de la) ... 57
— stérilisée (Conservation de la) ... 58
Vérification de l'état aseptique des fils à ligatures et des objets de pansement ... 178
Vérification de la température d'aseptisation des pansements ... 118
Verrerie (Stérilisation des objets de) ... 39
Verres (Alcalinité des) ... 62

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

